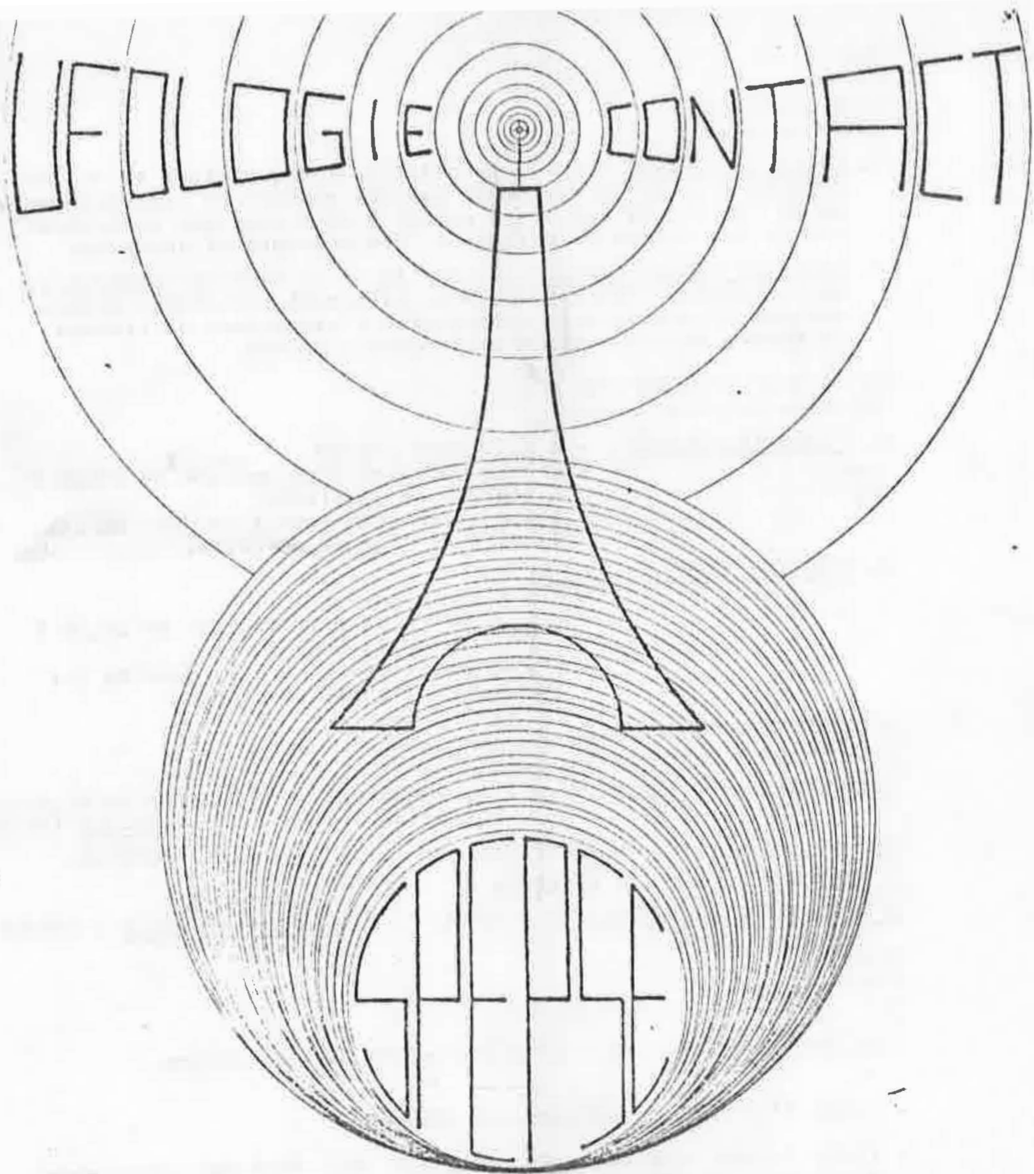


Trimestriel - Prix : 5 F. **JUIL. 1980** **N°4**

Nouvelle Série

DEUX FORMULES

1. UFOLOGIE CONTACT : Bulletin d'information, d'étude et de recherche réalisé bénévolement par les membres et correspondants de la SPEPSE. Il est aussi ouvert à tous ceux qui souhaitent passer des thèmes de réflexion, des messages et annonces.

2. UFOLOGIE CONTACT SPECIAL : supplément au bulletin précédent. Il concrétise l'importance d'un évènement technique, scientifique ou ufologique, caractérise l'avancement de travaux et études réalisés par des chercheurs privés.

CONDITIONS D'ABONNEMENT

1. UFOLOGIE CONTACT :
   - 4 parutions par an
   - chèque bancaire d'un montant de 15,00 F à l'ordre de la SPEPSE
   - l'abonnement commence à la date du 1er janvier de l'année en cours.

2. UFOLOGIE CONTACT SPECIAL :
   - 3 parutions par an
   - chèque bancaire d'un montant de 15,00 F à l'ordre de la SPEPSE
   - l'abonnement commence à la date du 1er janvier de l'année en cours.

REDACTION-ADMINISTRATION

Directeur de la Publication : R. BONNAVENTURE - Domaine de Montval 6, allée Sisley - MARLY-LE-ROI (7816

Comité de lecture : M. MONNERIE - J. SCORNAUX et Th. PINVIDIC

Dépôt légal : date de parution

N° I.S.S.N. :

N° de Commission Paritaire : 62518

Imprimé et édité : SPEPSE

DIVERS

- Les articles publiés dans ce bulletin n'engagent que leurs auteurs.

- Envoi d'un numéro spécimen sur demande.

- Toute lettre adressée à la rédaction doit être obligatoirement munie d'un timbre pour la réponse.

- Nous invitons les Associations de recherche amateur, les responsables de revues à nous adresser leur publication en service de presse à titre d'échange avec la nôtre.

- Une croix dans l'une de ces cases signifie que votre abonnement est achevé :

 Abonnement à UFOLOGIE CONTACT

 Abonnement à UFOLOGIE CONTACT SPECIAL

centre national d'études spatiales

ESPACE INFORMATION

Bulletin périodique gratuit

Avril 1980 - N° 17

Avec l'aimable autorisation de la rédaction d'ESPACE INFORMATION

Le point sur...

Le lanceur Ariane

LA journée s'annonce très belle, ce lundi 17 décembre 1979, dans le village de Caraman, près de Toulouse. C'est d'ailleurs souvent le cas, dans la région, à cette époque de l'année. Attendant le moment de regagner les salles de classe, les élèves du CES bavardent.

Contrairement aux autres lundis, on ne parle pas des balades de la veille ou des randonnées dans la montagne Noire, ni même des rituels matches de rugby du petit écran. Non, le sujet de presque toutes les discussions, c'est... Ariane, la fusée européenne dont le premier exemplaire devait être lancé deux jours plus tôt. D'où ? Depuis la base de lancement du Centre national d'études spatiales, en Guyane française, sur le continent sud-américain. Et ce qui est commenté, ce matin, c'est la retransmission de cet événement par la télévision française (via le satellite Symphonie).

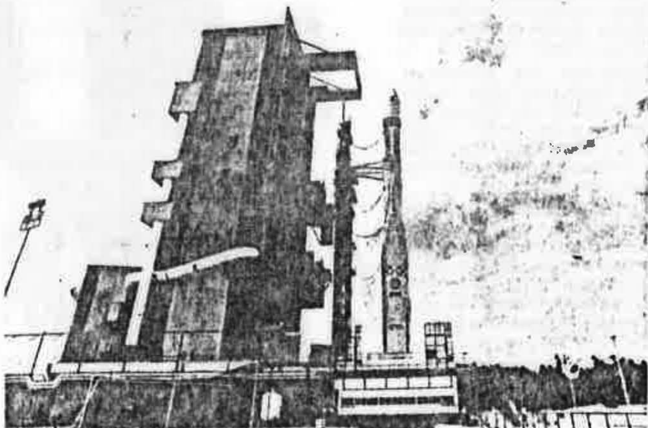
Les plus volubiles sont, sans doute, les élèves de troisième : leur professeur de sciences physiques, M. Lambert, est un « passionné d'espace » et, il y a deux semaines, il les a emmené visiter le Centre spatial de Toulouse, dont ils sont presque voisins.

Aussi, aujourd'hui, sont-ils bien décidés à l'assaillir dès le début du cours. Le professeur s'y attend d'ailleurs : les élèves avaient tellement commenté, dans la matinée de samedi, ce qui allait se passer quelques heures plus tard que « l'assaut » de ce matin était inévitable. Et en prévision de ce qui va suivre, il s'est documenté sur le sujet, M. Lambert.

Effectivement, les questions nombreuses se succèdent :

A quoi servira Ariane ? Est-il vrai qu'elle permettra d'explorer les planètes du système solaire ? De quels matériaux est-elle faite ? Quel est son prix ? Comment explique-t-on l'incident de samedi ? Pourra-t-elle emporter des cosmonautes ?..

Le professeur sourit face à tant d'enthousiasme mais pense qu'une mise en ordre de ces idées s'impose. Décidant alors de laisser de côté ce qui était prévu pour la matinée, il déclare : « Et si nous reprenions tout, depuis le début ? ». Ravis, les élèves acceptent.



Le professeur :

Une fusée, qu'est-ce que c'est ?

Pour s'éloigner de la surface terrestre, l'Homme a successivement inventé le ballon et l'avion. Mais ces appareils ont besoin d'air pour fonctionner. Or cet air n'est présent que sur une mince épaisseur autour de la Terre, disons une centaine de kilomètres (altitude que les avions et les ballons sont d'ailleurs bien incapables d'atteindre !). Au-delà, c'est déjà presque le vide. En absence d'air, un avion ne saurait voler : sur quoi ses ailes prendraient-elles appui ? Où trouverait-il l'oxygène pour alimenter ses moteurs ?

Pour aller plus loin, pour aller « plus haut », pour quitter le voisinage de la Terre, pour explorer le système solaire, il faut imaginer autre chose : d'où l'idée du moteur-fusée.

Quelles sont ses particularités ? Premièrement : il emporte tout ce qui est nécessaire à son fonctionnement (le combustible mais aussi la substance oxydante pour bruler ce combustible). Deuxièmement : il est capable — seul — d'assurer le déplacement de l'engin auquel il est fixé. Comment ?

Selon un principe (dit de l'action et de la réaction) qui peut être illustré de la façon suivante : imaginons une plate-forme mobile susceptible de rouler sans frottement sur des rails sur laquelle est installée une personne tenant une grosse pierre à la main. Si cette personne lance cette pierre, vers l'avant et parallèlement aux rails, la plate-forme se déplacera vers l'arrière : l'action qui a donné la vitesse à la pierre engendre une réaction égale et de sens opposé (les physiciens disent qu'il y a conservation de la quantité de mouvement exprimée par le produit masse × vitesse). C'est un « recul » de même nature que subit un fusil lorsqu'il éjecte une balle ou le tourniquet des jardiniers (utilisé pour l'arrosage des pelouses) qui se met à tourner lorsqu'il éjecte l'eau.

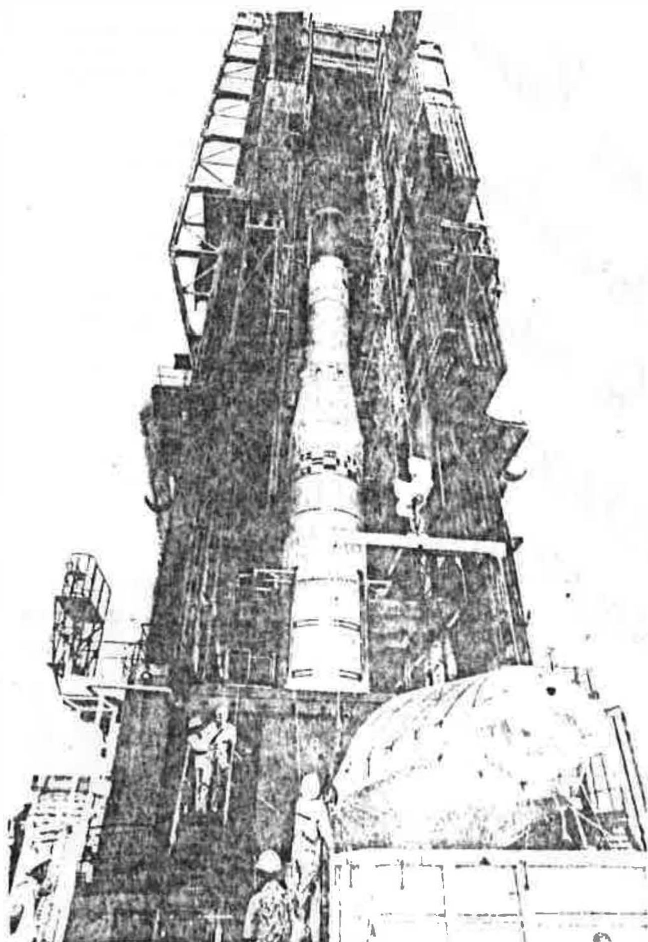
Installons un (ou plusieurs) moteur (s), fonctionnant selon ce principe, à la base d'une grande structure métallique : on est en présence d'une fusée. Comment obtenir l'évacuation d'un gaz pour créer le mouvement (on dit plutôt la propulsion) ?

En faisant brûler un combustible, les gaz dégagés seront évacués à grande vitesse par l'intermédiaire d'une tuyère. Selon les cas, le combustible peut être solide (bloc de poudre) ou liquide. Dans ce dernier cas, la combustion sera obtenue en mettant en contact le combustible liquide avec une autre substance liquide, oxydante, qu'on appelle le comburant.

(Contrairement à une opinion répandue, ce mode de propulsion ne comporte aucun appui sur l'air ambiant. Au contraire, c'est dans le vide que le fonctionnement de la fusée est maximal).

En fait, en astronautique, on emploie généralement le mot ergol pour désigner ces diverses substances, comburants et combustibles, capables de fournir de l'énergie à une fusée.

Les premières fusées ont été mises au point entre les deux guerres mondiales : elles servaient à sonder l'atmosphère (d'où leur nom, fusées-sondes). Elles ont été améliorées et, à la fin de la Seconde Guerre mondiale, elles deviennent capables d'explorer l'atmosphère jusqu'à des altitudes élevées. En 1957, sont construites, en Union soviétique et aux États-Unis, des fusées dotées de performances accrues : d'une part, elles sont capables de s'élever à plusieurs centaines de kilomètres, d'autre part, — et c'est là une nouveauté — leur puissance est telle qu'elles peuvent communiquer, en fin de course, suffisamment d'énergie à un objet pour l'empêcher de retomber sur le sol : c'est l'apparition des premiers satellites artificiels (cf. EI, n° 7, p. 5 et n° 8, p. 5).



La maquette de remplissage (ou ergols) d'Ariane. Au premier plan, la coiffe est sortie de son conteneur et va être hissée au sommet du lanceur (Photo Sygma).

A partir de 1960, ces fusées, qu'on appelle aussi lanceurs (sous-entendu de satellites), connaissent un développement important. Les satellites, de plus en plus nombreux, font l'objet d'une utilisation croissante et très diversifiée : recherche scientifique (astronomie, biologie, géodésie, géophysique, exploration des planètes, etc.), applications militaires ou civiles (télécommunications, météorologie, observation de la Terre, navigation aérienne et maritime, etc.).

En résumé, une fusée est un engin gigantesque : les plus grand s mesurent plus de cent mètres de haut (la hauteur d'un immeuble de 35 étages !) et leur poids, au décollage, peut varier de 100 à 2 000 t selon les modèles. La fusée pèse souvent 100 ou 200 fois plus que le satellite qu'elle emporte. Propulsée par de puissants moteurs, elle ne fonctionne que quelques minutes (environ une quinzaine), le temps d'amener le satellite à l'altitude voulue (de 200 à 800 km, selon les cas) et de le libérer avec suffisamment de vitesse. Son travail terminé, elle retombe en partie sur Terre (ou dans les océans) : une fusée ne peut donc servir qu'une seule fois.

Et maintenant, si nous revenions un peu à Ariane ? Quelles sont vos questions ?

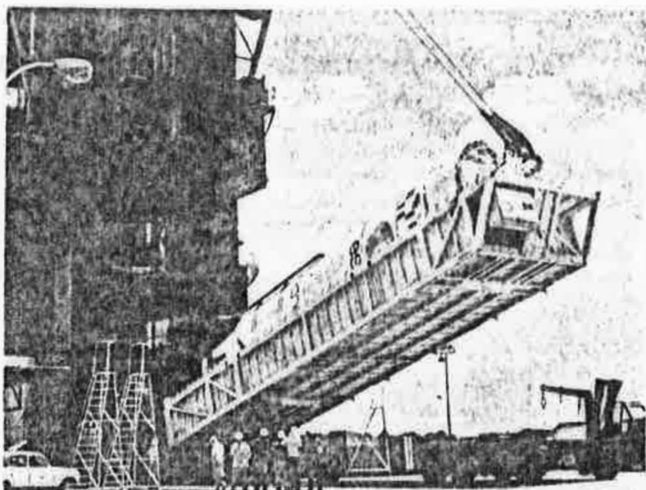
Question : Qui a construit Ariane ? Et pourquoi ?

Réponse : Ariane est une fusée européenne, c'est-à-dire que sa construction a été décidée et financée par les gouvernements des dix pays qui ont voulu unir leurs efforts et leurs moyens dans le domaine de la recherche spatiale en créant l'Agence s atiale européenne (cf. encadré, p. 4). Et ce sont plus de soixante firmes industrielles européennes qui ont participé à sa réalisation, sous la responsabilité du Centre national d'études spatiales.

Dans quel but ? Afin que l'Europe puisse, elle-même, lancer ses propres satellites (on en prévoit plus d'une vingtaine d'ici à 1990). De plus, elle espère bien en vendre quelques exemplaires à l'étranger (à peu près autant pendant la même période) ce qui rendrait l'opération économiquement « rentable ».

Question : Comment se déroule un lancement ?

Réponse : La quasi totalité des milliers d'éléments qui composent la fusée sont construits et essayés en Europe. Tous ces éléments sont ensuite acheminés vers un vaste hall d'assemblage de l'Aérospatiale, le SIL (Site d'intégration des lanceurs), construit aux Mureaux, près de Paris. L'architecte industriel procède alors à l'assemblage (ou intégration) de la fusée.



C'était à la fin de 1978 : fabriqués en Europe, les trois étages de la maquette ergols étaient mis en place, sur la table de lancement, dans la tour de montage (ci-dessus, le premier étage). Les mêmes opérations seront répétées à chaque montage d'un nouvel exemplaire du lanceur.

On effectue de très nombreux essais sur l'ensemble de ces éléments assemblés, puis la fusée est démontée (3 étages, case à équipements et coiffe). L'ensemble gagne Le Havre, par péniche, puis prend, à bord d'un cargo, la direction de la Guyane (environ dix jours de traversée). Son arrivée au site de lancement marque pratiquement le début de la campagne de lancement (cf. encadré, p. 8).

Par exemple, pour le premier lancement d'Ariane (dit L-01), elle a commencé le 1er octobre 1979 pour une durée prévue de 56 jours ouvrables : on met en place les trois étages, la case à équipements, le satellite, la coiffe et on procède à diverses vérifications.

La veille du lancement, 27 h 30 mn avant la mise à feu, débute la chronologie de lancement durant laquelle les réservoirs des trois étages sont remplis en ergols. Le compte à rebours touchant à son terme, les moteurs sont allumés et la fusée décolle...

Question : Quel est son poids au décollage ?

Réponse : Au moment du décollage, Ariane pèse un peu plus de 208 tonnes dont près de 187 tonnes de substances gazeuses ou liquides (1), 20 tonnes de structures métalliques et 1,6 tonne pour ce qui sera satellisé (ce qu'on appelle la charge utile). Ce qui donne, si l'on considère les pourcentages par rapport à la masse totale : 90 %, un peu plus de 9 % et moins de 1 %. Autrement dit, si la fusée pesait 1 kg au décollage, elle mettrait sur orbite une masse inférieure à 10 g en brûlant 900 g d'ergols !

Il peut être intéressant de comparer ces chiffres avec ceux correspondant aux avions commerciaux modernes (Concorde, Airbus, Boeing...) : en moyenne, leur masse au décollage se situe entre 100 et 200 t. Par exemple l'Airbus A 300 pèse 165 t au décollage : 30 % pour le carburant, 58 % pour la structure et 12 % pour le frêt et les voyageurs (la charge utile). Dans le cas du Boeing-747, la masse maximale au décollage est supérieure à 300 t.

Pour arracher au sol ses deux cents et quelques tonnes, Ariane est équipée, à sa base, de quatre puissants moteurs développant chacun une poussée supérieure à 60 tonnes-force, soit près de 250 tf au total... Pour reprendre la comparaison avec les avions contemporains, indiquons qu'ils possèdent, selon les cas, 2, 3 ou 4 moteurs d'une poussée unitaire comprise entre 10 et 20 tf (par exemple, 4 fois 17 tf pour Concorde, 2 fois 20 tf pour Airbus A 300, etc.).

(Suite en page 5)

(1) Aux 186,6 t d'ergols liquides, il convient en effet d'ajouter l'eau utilisée pour le refroidissement des ... à la pressurisation des réservoirs du premier étage et l'hélium utilisé pour celle des réservoirs du deuxième étage et du réservoir d'oxygène du troisième étage (cas L 01).

Historique du programme

En réponse à l'effort spatial américain et soviétique durant les années 1957 et 1958, le gouvernement français décide de créer, en janvier 1959, le Comité des recherches spatiales avec pour mission de proposer une politique spatiale nationale.

Rapidement la nécessité de coordonner les efforts au niveau européen apparaît : dès 1960 se tiennent les premières réunions où l'idée d'une coopération européenne pour l'étude de l'espace commence à prendre forme.

Le 29 mars 1962, sept états (Allemagne, Australie, Belgique, France, Italie, Pays-Bas, Royaume-Uni) signent la convention qui crée le CECLES (Centre européen pour la construction de lanceurs d'engins spatiaux, en anglais ELDO) concerné exclusivement par la réalisation de lanceurs.

Le 14 juin 1962, dix états (les mêmes excepté l'Australie, avec, en plus, le Danemark, l'Espagne, la Suède et la Suisse) signent la convention qui crée le CERS (Centre européen pour la recherche spatiale, en anglais ESRO) chargé de concevoir des satellites.

En 1967, la situation est la suivante : une fusée expérimentale, **Europa I**, est en cours d'essais. Son premier étage est britannique, le second français et le troisième allemand. Il est décidé de doter le lanceur, qui devient alors Europa II, d'un quatrième étage à poudre (moteur de périgée) afin de lui permettre de placer, depuis Kourou, sur « orbite géostationnaire » des satellites de 200 kg (type Symphonie).

L'année suivante, des études sont entreprises en France sur un étage à ergols cryotechniques (moteurs à haute pression) qui pourrait constituer le deuxième étage d'une future fusée **Europa III**.

Mais le CECLES se heurte à de nombreuses difficultés techniques et financières : les essais d'Europa I sont très décevants et, le 5 novembre 1971, le premier lanceur Europa II explose en vol. Les tensions au sein des organismes européens de recherche spatiale sont de plus en plus vives : en mars 1972, l'Allemagne refuse d'entreprendre le programme Europa III. En France, on étudie un Europa III national, puis ce qui est appelé un lanceur de 3e génération de substitution (L 3S).

L'année 1972 voit l'affrontement de deux conceptions défendues, pour l'une, par l'Allemagne qui souhaite accentuer l'effort de coopération avec les Etats-Unis (notamment pour Spacelab) au détriment de l'effort européen en matière de lanceur, pour l'autre, par la France selon laquelle l'Europe devrait d'abord se doter d'un lanceur lourd.

Ces deux conceptions sont harmonisées à Bruxelles, le **20 décembre 1972**, au cours d'une réunion « historique » de la Conférence spatiale européenne (CSE). La résolution adoptée comporte, entre autres :

— la création, si possible avant 1974, d'une Agence spatiale européenne se substituant au CERS et au CECLES;

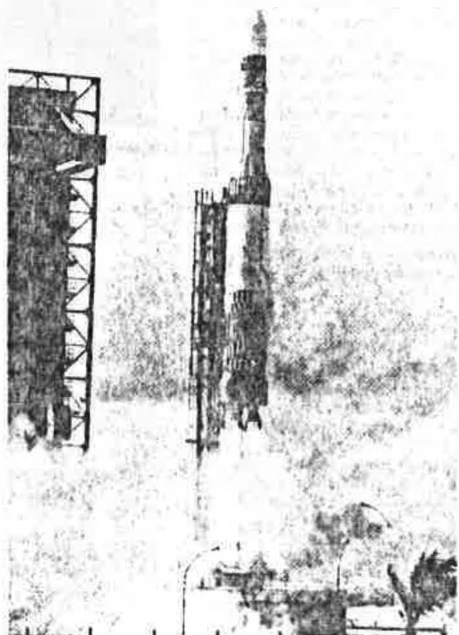
— l'abandon du projet Europa III et l'examen du projet français L 3 S;

— l'accord pour réaliser le programme Spacelab.

La décision d'entreprendre le développement d'un lanceur lourd (L 3 S rebaptisé Ariane) est confirmée par les ministres de la CSE, à Bruxelles, le **31 juillet 1973**. Cette date marque un tournant dans la politique spatiale européenne : l'Europe affirme sa volonté d'assurer sa complète indépendance en ce domaine par la mise sur orbite, par ses propres moyens, de satellites de grande masse.

Dix pays (ceux du CERS) participent au programme Ariane : neuf d'entre eux sont liés mutuellement par un arrangement (entré en vigueur en décembre 1973), le Royaume-Uni s'y associant par le biais d'un accord bilatéral signé le 13 décembre 19.. avec la France.

Aux termes de cet arrangement, les participants s'engagent à entreprendre la première phase du programme : le développement du lanceur (il comprendra quatre essais en vol afin de qualifier le lanceur, de garantir ses performances, de mettre au point la procédure de lancement, etc.). Ils confient au CNES, organisme national français de recherche spatiale qui a commencé de fonctionner en 1962, la responsabilité technique, financière et administrative de la phase de développement. Une équipe d'une centaine de personnes, installée à Evry (Essonne), est affectée à cette tâche.



Le 5 novembre 1971, le premier lanceur Europa II (F-11) s'élevait au-dessus de la Guyane : peu après, la panne du système de guidage le plaçait sur une trajectoire trop basse ce qui entraînait son explosion. Cet échec sonnait le glas du programme Europa.

A partir du début de 1981 devrait débuter une phase opérationnelle, de production et de commercialisation du lanceur, qui fera — en temps utile — l'objet d'un nouvel accord.

Dégageons les principales originalités du programme Ariane :

• **Sur le plan technique :** l'idée de départ, sur laquelle repose la conception technique, est que pour réaliser un programme de lanceur, pour un coût et dans des délais donnés, il est nécessaire d'éliminer toutes les causes de retard dû à l'acquisition de technologies nouvelles.

Pour son premier étage, Ariane sera équipé du même ensemble propulsif que Europa III, déjà testé et satisfaisant

(Suite en page 5)

(Suite de la page 4)

Le deuxième étage utilisera les mêmes ergols (alors que le deuxième étage d'Europa III devait être doté d'une propulsion cryotechnique à haute pression, technique pratiquement inconnue en Europe). Par contre, le troisième étage sera de type cryotechnique à basse pression, mais la limitation de la masse d'ergols à 8 t rendra possible l'exploitation, sans grands risques, de diverses recherches françaises en ce domaine.

• **Sur le plan de l'organisation** : c'est à un organisme national (le CNES) qu'est confiée la responsabilité du programme. Cette décision répond au souci de la France, qui doit financer près des 2/3 des frais, de maîtriser directement le projet. De plus, on s'efforce ainsi d'éviter les difficultés inhérentes à toute gestion décentralisée (les malheurs du CECLES en témoignent).

Mise en place par le CNES, et approuvée par un conseil directeur, l'organisation industrielle repose sur cinq contractants principaux. Quatre sont français : l'Aérospatiale (SNIAS), « architecte industriel » du programme et responsable de l'assemblage du lanceur; la Société européenne de propulsion (SEP), responsable des systèmes propulsifs des trois étages; l'Air liquide, pour la structure du troisième étage; la Matra, responsable de la case à équipements. Le cinquième est belge : ETCA, pour la réalisation des bancs de contrôle.

Chacun de ces contractants (de premier niveau) sous-traite dans l'industrie européenne une partie des tâches dont il a la responsabilité en accord avec les clauses de l'arrangement de 1973 prévoyant, pour chaque état participant, un montant de travaux industriels au moins égal à 80 % de sa contribution. C'est la règle du « retour industriel ». Une soixantaine de firmes industrielles sont associées à la phase de développement. Citons, par exemple : MBB ERNO, Dornier et MAN pour l'Allemagne, Etca et Sabca pour la Belgique, Rousing pour le Danemark, Sener et Casa pour l'Espagne, Aeritalia et Snia-Viscosa pour l'Italie, Fokker pour les Pays-Bas, Marconi, Ferranti et HSD pour le Royaume-Uni, Volvo et Saab-Scania pour la Suède, Contraves pour la Suisse.

Le coût de développement du programme est estimé à 2 060 millions de francs (aux conditions économiques du 1-1-1973). Outre les augmentations résultant de l'évolution du niveau des prix, les participants se sont engagés à financer les aléas techniques éventuels dans une limite de 20 % du coût total. Au-delà de ce montant, la France garantit seule la couverture des dépenses supplémentaires dans une limite de 15 % du montant initial.

Les états participent au programme en fonction de l'intérêt politique et industriel qu'ils y trouvent (et non plus selon leur produit national brut comme au CECLES). Les dépenses totales de la phase de développement sont supportées à 63,87 % par la France, à 20,12 % par l'Allemagne, à 5 % par la Belgique, à 0,5 % par le Danemark, à 2 % par l'Espagne, à 1,74 % par l'Italie, à 2 % par les Pays-Bas, à 2,47 % par le Royaume-Uni, à 1,1 % par la Suède et à 1,2 % par la Suisse. ■

(Suite de la page 3)

Question : Quand et comment se fait la séparation du satellite ?

Réponse : Ce qu'on demande à la fusée, c'est d'emporter à l'altitude voulue le satellite et de le propulser avec une énergie suffisante pour qu'il tourne autour de la Terre : en une quinzaine de minutes, elle consomme environ 184,4 tonnes d'ergols (2) pour obtenir la vitesse souhaitée. Pour des raisons un peu longues à détailler ici (cf. EI, n° 7, p. 5), tous les lanceurs de satellites sont composés de plusieurs étages (3 le plus souvent) qui fonctionnent l'un après l'autre et sont décrochés lorsqu'ils ont servi (ce qui allège à chaque fois ce qui reste du lanceur).

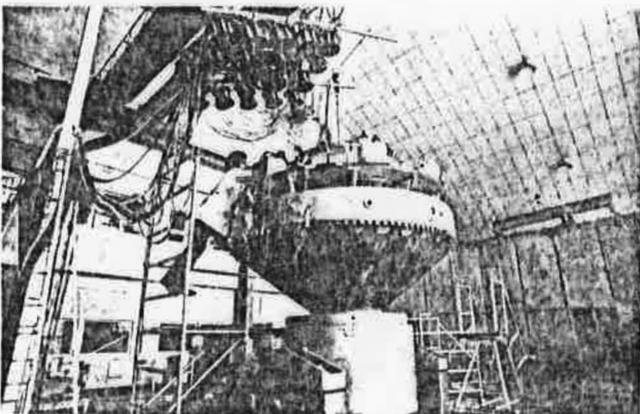
La partie supérieure de la fusée et son satellite doivent, en quelque sorte, être à un rendez-vous en un point précis de l'espace appelé point d'injection sur orbite (Pour le premier lancement, L-01, ce point se situe au-dessus de l'Atlantique, à 4 500 km de la Guyane et à plus de 200 km d'altitude). Grâce à une centrale inertielle (cf. EI, n° 7, p. 6) et à un calculateur embarqué, la fusée peut être renseignée sur son mouvement réel (qui est comparé à la trajectoire théorique) : dès que la vitesse cherchée est atteinte (9 760 m/s soit 35 136 km/h pour L 01), le moteur est arrêté.

Peu après, le satellite est séparé : la sangle qui le relie au troisième étage est rompue (au moyen de poussoirs pyrotechniques) tandis que six vérins à ressort poussent le cadre arrière du satellite qui est ainsi doté d'une vitesse relative d'éloignement d'environ 0,5 m/s.

Question : J'ai expliqué à mon jeune frère que c'est un peu comme le numéro du dompteur, au cirque, qui doit faire passer un lion au travers d'un cerceau qu'il tient à bout de bras. C'est bien cela ?

Réponse : Exactement. A la différence près que pour Ariane le cerceau n'existe pas réellement. On peut toutefois imaginer qu'il y a, là-haut, un cercle d'environ 5 à 6 km de diamètre au travers duquel le satellite doit passer avec une vitesse précise (à quelques m/s près) et selon une direction précise (à quelques dizièmes de degré près). Si ces valeurs ne sont pas respectées (vitesse — ou inclinaison — trop forte ou trop faible), le satellite suivra une trajectoire différente de celle visée... ou simplement retombera vers le sol (cf. schéma, p. 13).

(2) La différence avec les 185,6 tonnes présentes à la mise à feu correspond aux ergols résiduels, non consommés pendant le vol (cas L 01).



La case à équipements, c'est le véritable cerveau d'Ariane ; installée [illegible] de fonctions essentielles comme le guidage, le pilotage, [illegible] la séparation du satellite, etc. (Photo Matra)

Question : Quelles sont les possibilités d'Ariane ?

Telle qu'elle existe aujourd'hui, Ariane peut satelliser une masse maximale de 4,5 t à 200 km du sol et de 2,5 t à environ 800 km. Elle serait capable de lancer une sonde d'une tonne vers la Lune ou de 660 kg vers la planète Mars. Mais elle a principalement été conçue pour le lancement de satellites géostationnaires (cf. EI, n° 16, p. 15) pesant environ 1,7 t en orbite de transfert (200, 36 000 km) soit un peu moins d'une tonne une fois à poste.

Mais d'ores et déjà il est prévu d'améliorer les performances d'Ariane et diverses versions, plus puissantes, sont à l'étude : Ariane-2, 3, 4 et 5 (cf. encadré, p. 12).

Question : Peut-elle emporter des cosmonautes ?

Réponse : Les performances actuelles d'Ariane seraient suffisantes pour emporter, en orbite basse, une capsule avec un ou deux cosmonautes. Mais pour le moment il n'est pas envisagé de se lancer dans un tel programme dont l'intérêt technique serait très limité. Par contre, la version Ariane 5, précédemment évoquée, permettrait de satelliser une sorte de petite navette, avec plusieurs hommes à bord, pour rejoindre des laboratoires en orbite. Ce projet pourrait être décidé dans quelques années s'il apparaît que l'envoi régulier d'hommes sur orbite est nécessaire pour certaines applications nouvelles telles que la fabrication de matériaux dans l'espace.

Question : Quels matériaux ont été utilisés pour la construction d'Ariane ?



Vue de la station de télémesure du mont Galliot (montagne des Pères). Seule l'antenne à l'arrière-plan sert au programme Ariane : elle fonctionne dans la bande S (2,2 - 2,3 GHz) et permet de recueillir les signaux émis par le lanceur pendant les huit premières minutes de son vol.

Réponse : A l'exception des deux réservoirs du premier étage, qui sont en acier, l'essentiel des structures d'Ariane est en alliages d'aluminium, avec un peu de zinc, de magnésium, etc. Ces matériaux sont principalement choisis pour leur faible densité et leurs propriétés mécaniques intéressantes.

Question : Comment peut-on suivre Ariane durant son vol ?

Réponse : Le Centre spatial guyanais dispose d'instruments permettant de suivre la fusée sur la partie initiale de sa trajectoire (cinéthéodolites, caméras, etc.) et, avec l'aide des radars à longue portée des stations installées au Brésil (Salinopolis et Natal) et sur l'île d'Ascension, sur la totalité de sa trajectoire (environ 4 500 km).

En plus, diverses installations spécialisées permettent de communiquer par radio avec les instruments de la fusée : soit pour recevoir leurs mesures (télémesure), soit pour leur adresser des ordres (télécommande éventuelle de destruction) (cf. EI, n° 7, p. 5 et n° 13, p. 7).

Par exemple, si la fusée prenait une trajectoire non prévue, devenant alors un dangereux projectile, ou si les étages se détachaient mal, il serait possible de la détruire en vol en lui adressant un ordre par télécommande.

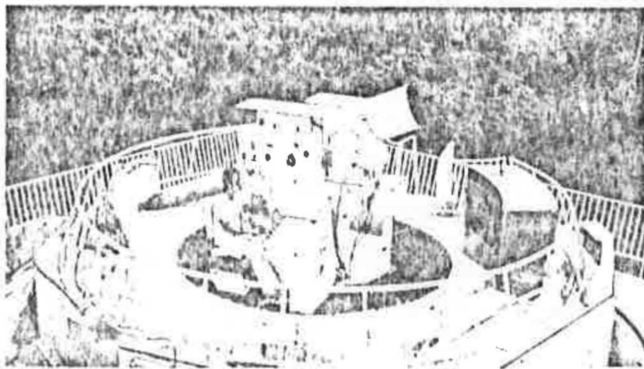
Question : Comment sont détachés les étages ?

Réponse : Les étages sont reliés entre eux par des structures métalliques appelées jupes sur lesquelles ont été disposées de petites charges explosives. Au moment voulu, et de façon automatique, ces charges sont allumées ce qui a pour effet de déchirer ces jupes et de rompre le lien entre les étages. En outre, on utilise de petits propulseurs à poudre, fixés aux parois, pour accélérer la partie supérieure et pour ralentir la partie qui vient d'être détachée (cf. p. 10).

Question : Quels sont les ergols employés ?

Réponse : Les deux premiers étages utilisent deux substances chimiques liquides peu connues : un dérivé de l'hydrazine, la diméthylhydrazine dissymétrique (UDMH), et un composé d'azote et d'oxygène (le tétroxyde d'azote). Quant au troisième étage, il emporte — sous forme liquide — de l'hydrogène et de l'oxygène (cf. encadré, p. 7).

Un des deux cinéthéodolites qui suivent Ariane au début de son vol (celui-ci est installé au site Petit Leblond, sur la montagne des Pères, à 8 km au sud-est de Kourou). La combinaison de leurs informations (azimut et site) — obtenues en captant le rayonnement infrarouge des tuyères de la fusée — permet, entre autres, d'établir immédiatement la trajectoire d'Ariane. La plate-forme supportant le télescope est orientée automatiquement en fonction des indications des radars de poursuite.



(Suite en page 15)

Comment fonctionne Ariane ?

Le rôle d'un lanceur est de communiquer à la charge utile qu'il emporte la vitesse nécessaire pour qu'elle puisse devenir satellite artificiel de la Terre.

Pour cela Ariane dispose de trois étages remplis au total d'environ 185 tonnes d'ergols. Elle va les consommer (du moins 99,4 % d'entre eux) en une quinzaine de minutes pour parvenir à la vitesse voulue : pour fixer les idées, disons qu'à 200 km d'altitude, celle-ci aura une valeur absolue de 7,8 km/s pour une orbite circulaire, de 10,2 km/s pour l'orbite de transfert géostationnaire, d'au moins 11 km/s pour une mission planétaire, etc.

Ariane mesure 47,4 m de haut et son plus grand diamètre est de 3,8 m. Le 24 décembre 1979, le premier modèle de vol de la fusée avait une masse approximative de 209,8 t au moment de sa mise à feu et de 208,4 t, trois secondes plus tard, au moment du décollage.

Quels éléments principaux composent le lanceur ?

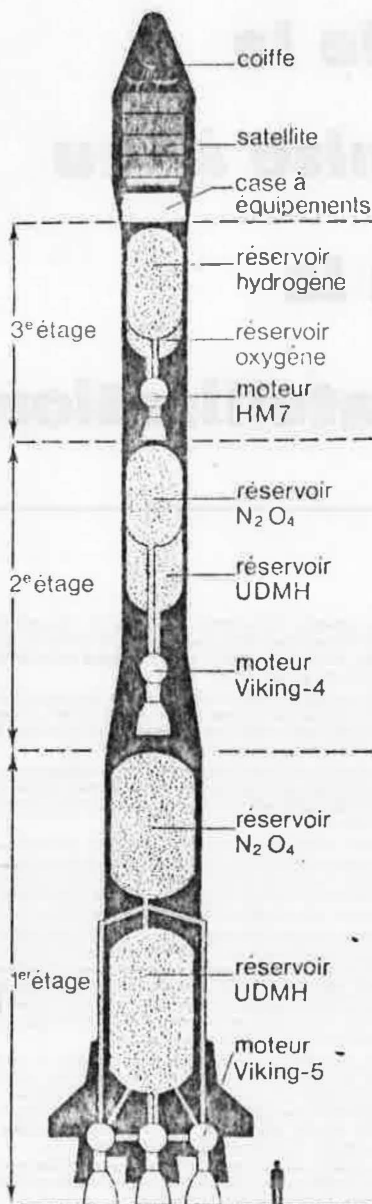
Assez schématiquement, du bas vers le haut, on peut distinguer :

- **Un premier étage** (L-140) : hauteur ≃ 18,4 m; diamètre ≃ 3,8 m; masse à vide ≃ 13,2 t; masse à la mise à feu ≃ 159 t dont ≃ 144 t d'ergols. Il est propulsé par quatre moteurs Viking-5 (poussée initiale totale ≃ 2 485 kN*) alimentés par un combustible (UDMH = unsymmetrical dimethylhydrazine) et par un comburant (tétraoxyde d'azote : N_2O_4). Durée théorique de fonctionnement : 143 secondes.
- **Un deuxième étage** (L-33) : hauteur ≃ 11,5 m; diamètre ≃ 2,6 m; masse à vide ≃ 3,2 t, masse au décollage ≃ 37,2 t dont ≃ 33,4 t d'ergols (N_2O_4 et UDMH). Il est doté d'un moteur Viking-4 (assez semblable à Viking-5) d'une poussée d'environ 720 kN. Durée théorique de fonctionnement : 138 secondes.
- **Un troisième étage** (H 8) : hauteur ≃ 9,1 m; diamètre ≃ 2,6 m; masse à vide ≃ 1,1 t; masse au décollage ≃ 9,4 t dont ≃ 8,2 t d'ergols dits cryotechniques (car l'oxygène — 6,7 t — et l'hydrogène — 1,5 t — sont maintenus à l'état liquide respectivement à 90 K et 20 K). Les ergols alimentent le moteur HM7 qui fournit, dans le vide, une poussée d'environ 63 kN pendant une durée qui est fonction de la mission (environ 560 s pour atteindre la vitesse de l'orbite de transfert géostationnaire).
- **Une case à équipements** : hauteur ≃ 1,1 m; diamètre ≃ 2,6 m; masse ≃ 320 kg. Elle regroupe, autour d'un calculateur, tous les équipements électriques nécessaires à l'exécution de la mission (guidage, pilotage, télémesure, localisation, etc.). Elle supporte la charge utile et sert de point d'attache à la coiffe.
- **Une coiffe** : hauteur ≃ 8,6 m; diamètre maximum ≃ 3,2 m; masse ≃ 830 kg. Constituée de deux demi-coquilles, elle a pour rôle de protéger le satellite et la case à équipements durant la campagne de lancement (humidité, vent, poussière, etc.) et durant le vol (échauffement d'origine aérodynamique). Son volume utile est de 35 m³. Son nez est en acier inoxydable, le cône et le cylindre en alliages légers et la partie arrière en composés phénoliques. Elle est elle-même protégée contre l'échauffement par une couche de matériau ablatif (spécialement conçu pour absorber l'énergie dégagée en se volatilisant progressivement).
- **La charge utile** : selon les missions, il pourra s'agir d'un (ou de deux) satellite(s), d'une masse totale le plus souvent comprise entre 1,5 et 2,5 t.

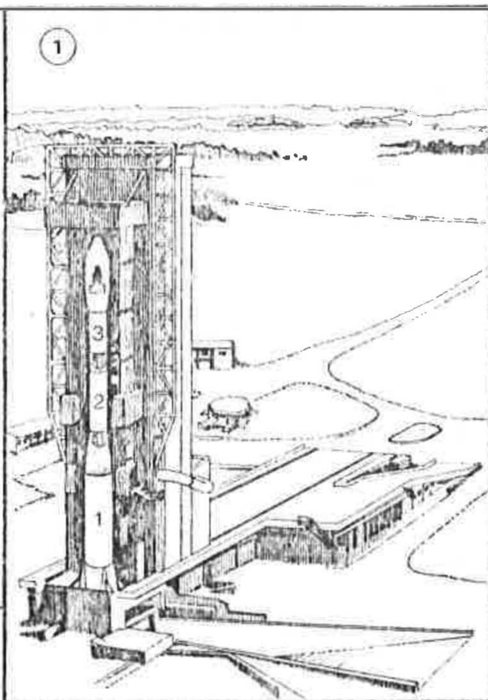
(*) Bien que la poussée soit une force, un usage regrettable conduit fréquemment à exprimer ses fortes valeurs en tonnes, perpétuant ainsi la confusion entre unités de masse et unités de force (ou poids).

Certes il existe une équivalence entre le kilonewton (kN) et la tonne-force (tf) :
1 kN = 1 tf / intensité de la pesanteur
ce qui donne l'approximation suivante :
1 kN ≃ 0,102 tonne force

Rappelons que la tonne force est une unité de force et que la tonne elle est une unité de masse.



De la mise à feu à la satellisation



Pour présenter l'ensemble des opérations de lancement (depuis l'assemblage de la fusée jusqu'à la mise sur orbite du satellite), nous avons choisi le premier essai en vol d'Ariane (vol L 01), du 24 décembre 1979.

Sauf indications contraires, les valeurs indiquées (temps, altitude, vitesse par rapport au sol, accélération) correspondent aux données réellement observées. Elles pourront varier d'un vol à l'autre, selon les missions.

Rappelons que l'objectif de ce vol était la vérification du bon fonctionnement général du lanceur et la mise sur orbite de transfert géostationnaire d'une capsule technologique d'une masse de 1,6 t.

L'orbite de transfert idéale (cf. EI, n° 16, p. 16) est telle que son périgée est situé dans le plan équatorial ; par conséquent, le lancement doit se dérouler de telle façon qu'à la fin de la propulsion du troisième étage, le satellite se trouve à environ 200 km du sol et à proximité du plan équatorial de la Terre.

La faible latitude de la base de lancement (5,23° N) permet une procédure de lancement particulièrement simple : chaque étage est mis à feu presque immédiatement après l'extinction du précédent, pratiquement sans phase balistique intermédiaire. Une procédure différente pourrait être retenue, mais elle supposerait de rallumer le troisième étage, ce qui n'est pas envisagé pour le moment.

Indiquons enfin, que selon la mission confiée au lanceur Ariane, la phase finale (fonctionnement du troisième étage) pourra être différente (point d'injection différent, vitesse en fin de propulsion plus élevée ou plus faible, etc.) : ce sera le cas avec les sondes planétaires ou les satellites à placer sur orbites basses, hautes ou héliosynchrones.

(En couleur, les éléments de la fusée qui ne deviennent visibles qu'ultérieurement. En gris, les jupes interétages qui sont larguées lors des séparations 1/2 et 2/3).

Préparation du lanceur

Assemblés une première fois en Europe, les éléments constitutifs de la fusée parviennent en Guyane : c'est pratiquement le début de la campagne de lancement. Pour L 01, elle a été prévue pour durer 56 jours ouvrables. Pendant cette période, on va essentiellement :

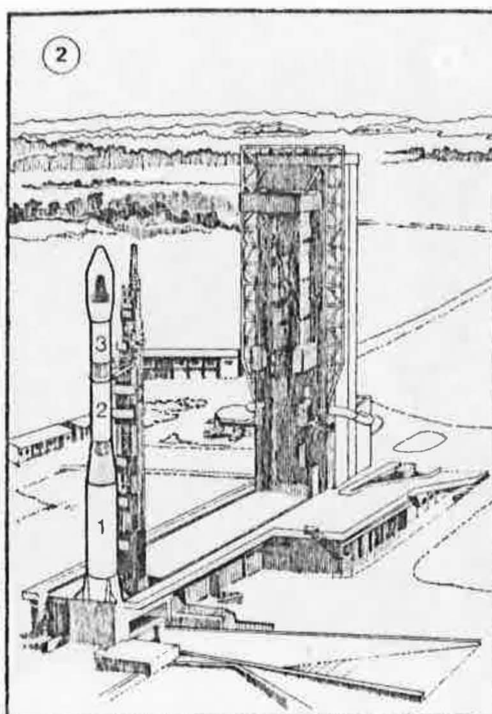
— ériger successivement les trois étages du lanceur (à l'intérieur d'une tour de montage);

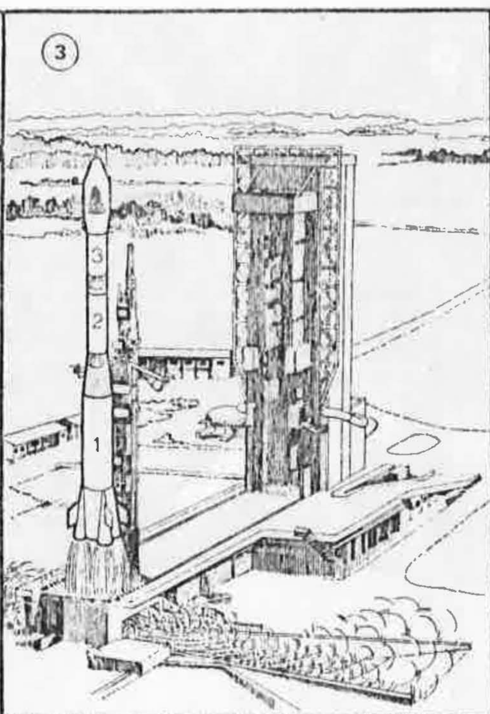
— mettre en place la case à équipements, la charge utile et la coiffe;

— procéder à divers essais sur les télécommunications entre les différents sites techniques impliqués, sur les moyens de poursuite (radars, caméras, cinéthéodolites), sur la réception de la télémesure et l'émission de la télécommande, etc.

La veille du lancement, 27 h 30 mn avant la mise à feu (à l'heure H — 27 h 30 mn) débute la chronologie de lancement au cours de laquelle de nombreuses opérations sont effectuées, l'une des plus délicates étant le remplissage en ergols des premier et deuxième étages.

Ce remplissage étant terminé, la tour de montage est retirée (de H — 5 h 10 mn à H — 4 h 40 mn).





Retrait de la tour de montage
T ≃ H — 5 h 10 mn

Une opération importante reste à accomplir : le remplissage du troisième étage en hydrogène et oxygène liquides. Après assainissement et refroidissement des circuits concernés, il a lieu de H — 3 h 20 mn à H — 1 h 05 mn.

Du fait de leur température extrêmement basse (respectivement 20 K soit — 253 °C et 90 K soit — 183 °C), ces ergols s'évaporent : comme il est indispensable que le lanceur en emporte une quantité bien déterminée, on va procéder périodiquement, jusqu'à quelques minutes du lancement, à des cycles de remplissage complémentaire : c'est l'ouillage (*).

A H — 6 mn 30 s, le contrôle de tous les moyens impliqués dans les opérations de lancement et la poursuite d'Ariane est terminé, et à H — 5 mn 30 s débute la séquence synchronisée gérée automatiquement par calculateur.

Le compte à rebours s'achève, les dernières secondes s'égrènent : 6... 5... 4... (retrait des bras d'alimentation du troisième étage) 3... 2... 1... 0. Les quatre moteurs du premier étage fonctionnent.

La fusée est encore retenue sur sa table de lancement par quatre pinces hydrauliques, le temps que la poussée atteigne la valeur voulue (≃ 250 t), ce qui se produit environ 2,8 secondes plus tard.

(*) Du verbe ouiller (de l'ancien français aouiller : remplir jusqu'à l'œil, jusqu'à la bonde), en usage chez les vignerons, qui signifie : remplir les fûts ou les cuves dont le niveau a baissé par évaporation afin d'éviter l'oxydation du vin.

Décollage du lanceur
T ≃ H + 3,4 s

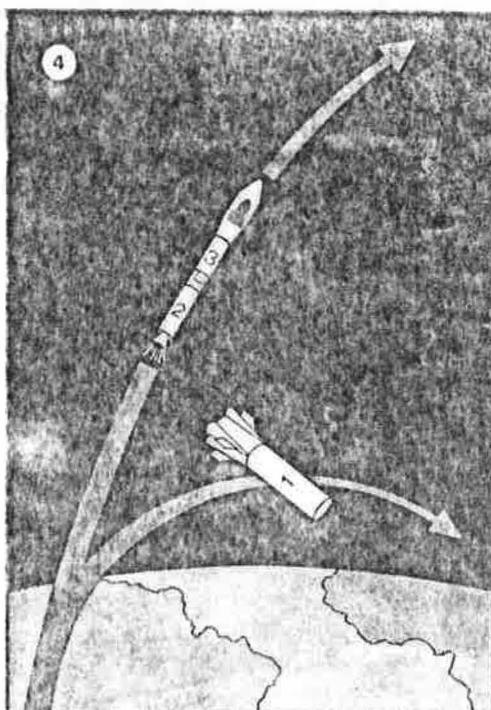
Le lanceur décolle lentement. Donnons quelques valeurs théoriques de son accélération : 2,04 m/s² (au décollage); 2,14 m/s² (à H + 5 s); 2,50 m/s² (à H + 11 s); 3,05 m/s² (à H + 19 s); 3,35 m/s² (à H + 23 s).

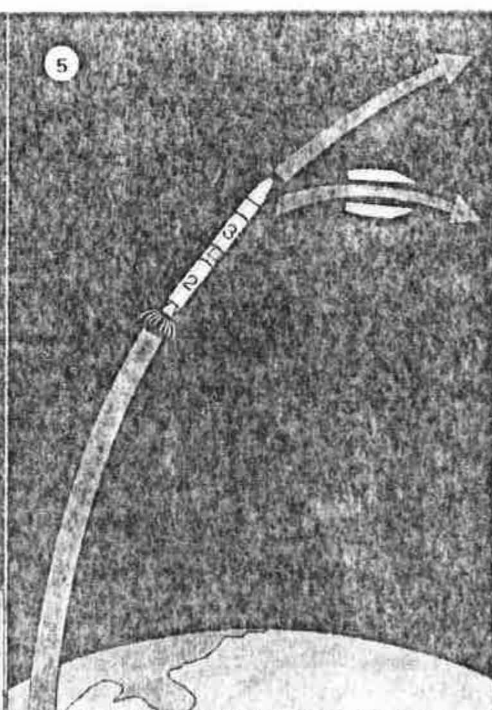
C'est la période où la fusée va le moins vite, mais aussi celle où elle traverse les couches denses de l'atmosphère. Les frottements sur la coiffe sont importants et l'échauffent : néanmoins la température de la face interne des structures métalliques n'excédera pratiquement pas 100 °C.

Après une ascension verticale, le lanceur s'incline légèrement vers l'Est, ce qui est obtenu par modification de l'orientation de ses tuyères (à H + 23 s; près de 500 m ont été parcourus et la vitesse est d'environ 180 km/h).

A H + 1 mn, le lanceur atteint la vitesse du son. Sous la coiffe, les vibrations acoustiques atteignent la valeur de 133 décibels (le niveau sonore étant passé par un maximum de 138,6 dB à H + 3,2 s).

Le fonctionnement des quatre moteurs du premier étage va se poursuivre, à régime constant, pendant une durée totale de 144 secondes.





Mise à feu du 2e étage

T ≃ H + 2 mn 27 s

Au temps T ≃ H + 2 mn 24 s, les moteurs du premier étage cessent de fonctionner : le lanceur se trouve alors à une altitude d'environ 47 km et son accélération est voisine de 41 m/s² (valeur maximale atteinte à la fin de la propulsion du premier étage).

Quelques secondes plus tard (vers H + 2 mn 27 s, alors que l'altitude est de 51,2 km et la vitesse de 1 835 m/s), le **premier étage est détaché (*)** *puis le moteur du deuxième* **étage est mis en marche.**

Le premier étage sera détruit au moyen d'explosifs environ 30 s plus tard et ses débris retomberont dans l'Atlantique à plus de 400 km de Kourou.

(*) Un cordeau pyrotechnique assure la découpe de la jupe métallique située entre le 1er et le 2e étage. Les étages sont ensuite écartés l'un de l'autre grâce, d'une part, à des rétrofusées placées sur l'étage inférieur, d'autre part, à des fusées d'accélération sur l'étage supérieur.

La séparation du 2e étage se fera de façon identique.

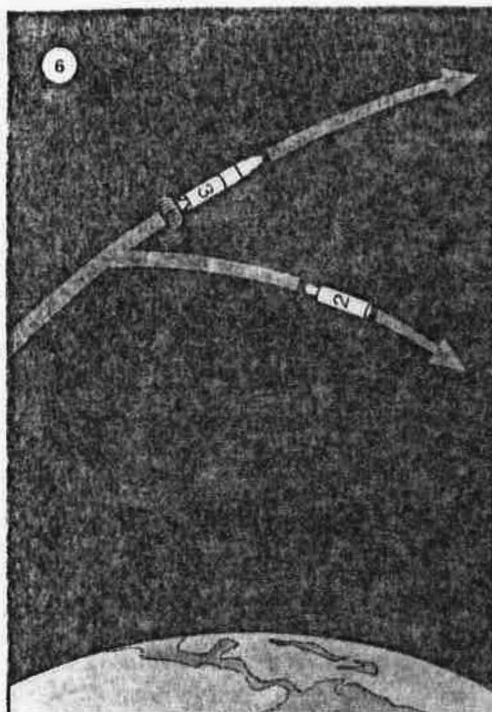
Éjection de la coiffe

T ≃ H + 4 mn 07 s

L'essentiel de l'atmosphère étant traversé, l'échauffement aérodynamique devient faible : on peut donc se séparer de la coiffe qui protégeait le satellite depuis le début du vol. Cette opération a lieu vers H + 4 mn 07 s (altitude ≃ 112,2 km, vitesse ≃ 3 443 m/s, accélération ≃ 28 m/s²) : les deux demi-coiffes sont éjectées grâce à un système pyrotechnique.

Après environ 140 s de fonctionnement, le deuxième étage s'éteint *(T ≃ H + 4 mn 47 s) : le lanceur est alors à plus de 135 km du sol et son accélération est supérieure à 47 m/s² (valeur maximale atteinte à la fin de la propulsion du deuxième étage).*

La séparation du deuxième étage *intervient vers H + 4 mn 50 s (altitude ≃ 138,4 km; vitesse ≃ 4 759 m/s soit ≃ 17 132 km/h). Il sera volontairement détruit une trentaine de secondes plus tard et ses débris retomberont à la mer (à plus de 2 000 km de Kourou).*



Mise à feu du 3e étage

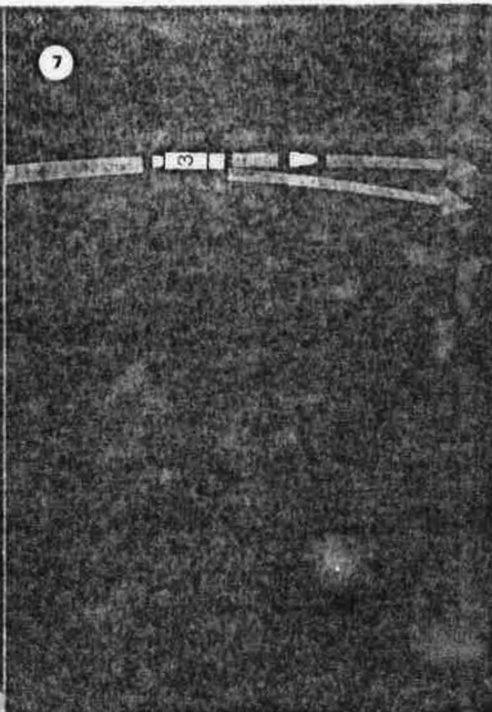
$T \simeq H + 4$ mn 52 s

Au moment de sa mise à feu, le troisième étage a perdu près de 40 kg d'ergols depuis l'instant du décollage (pour le maintien à basse température des canalisations).

Il sera arrêté automatiquement, sur ordre du calculateur, dès que la vitesse requise par la mission sera atteinte (la précision est d'environ 5 m/s).

Dans le cas de L.01 (vitesse souhaitée par rapport au sol : 9 760 m/s, soit une vitesse absolue ≃ 10 200 m/s), cet instant intervient après 9 minutes de fonctionnement soit pour T ≃ H + 13 mn 52 s (altitude ≃ 210,6 km; accélération ≃ 17 m/s², valeur maximale atteinte à la fin de la propulsion du troisième étage).

Une dizaine de secondes plus tard (T ≃ H + 14 mn 02 s), on donne à l'ensemble 3e étage/satellite l'orientation voulue en vue de son injection sur l'orbite de transfert. Il se trouve alors au-dessus de l'Atlantique, presque à la verticale de l'île d'Ascension. Kourou est à plus de 4 000 km.



Libération du satellite

$T \simeq H + 15$ mn

Environ 70 secondes après l'arrêt du troisième étage, lorsque ce qui reste du lanceur atteint la zone prévue, le calculateur déclenche la séparation du satellite (cf. p. 5).

Le troisième étage est alors basculé de 90°, mis en rotation (10 tours/mn) et dévié de la trajectoire du satellite afin d'éviter de l'endommager (par collision ou par pollution chimique). Néanmoins sa vitesse est telle qu'il est aussi satellite artificiel de la Terre : il va décrire une orbite voisine de celle du satellite (périgée ≃ 200 km; apogée ≃ 36 000 km) avant de se consumer en rentrant dans l'atmosphère terrestre (vraisemblablement au début de 1982).

(Cette procédure de libération du satellite est propre à L.01 et ne doit pas être considérée comme représentative des lancements à venir).

La mission du lanceur est terminée; par contre celle du satellite commence. Pour la première fois il décrit son orbite de transfert, très elliptique, en direction de l'apogée (vers 36 000 km) qu'il devrait atteindre environ 5 heures plus tard avant de revenir, dans le même temps, au périgée, et ainsi de suite.

La capsule technologique va émettre durant près de 4 jours. Sa rentrée dans l'atmosphère terrestre sera plus tardive que celle du troisième étage pour lequel le freinage est plus important, vraisemblablement vers 1985. ■

Ses possibilités

Ariane a été conçue pour des missions très diverses, depuis les missions en orbite basse jusqu'aux missions d'exploration de l'espace lointain. Toutefois sa tâche principale devrait consister à lancer des satellites géostationnaires.

On peut distinguer quatre types de mission

— une mission principale de ***mise sur orbite de transfert*** (périgée : 200 km; apogée : 36 000 km - cf. EI, n° 16, p. 15) de satellites géostationnaires. Actuellement la masse garantie, avec Ariane, sur cette orbite est d'au moins 1 700 kg ce qui représente près de 950 kg sur l'orbite définitive (circulaire, à 36 000 km d'altitude, après mise à feu du moteur d'apogée - cf. EI, n° 16, p. 16);

— la ***mise sur orbite basse*** (circulaire à 200 km) d'une charge utile pouvant atteindre 4,5 t (au prix de quelques modifications du lanceur), par exemple pour les missions scientifiques;

— la ***mise sur orbite héliosynchrone*** (cf. EI, n° 11, p. 4), circulaire à 800 km d'altitude (i = 98,7°) d'une charge utile de 2,5 t, par exemple pour les missions d'observation de la Terre (météorologie, télédétection, ..);

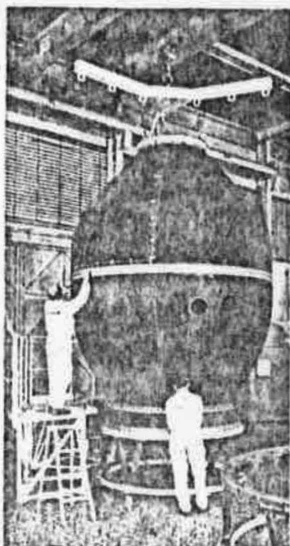
— des ***missions planétaires*** (mise sur orbite hyperbolique; cf. EI, n° 12, p. 7) en direction de la Lune (charge utile ≃ 1 t) de Vénus (≃ 790 kg) ou de Mars (≃ 660 kg).

Par ailleurs, il est prévu :

• d'ajouter *un quatrième étage* au lanceur, pour des missions particulières, nécessitant une longue phase balistique avant l'injection sur l'orbite finale. Ainsi le troisième étage de la fusée française Diamant B P4 est-il déjà retenu comme quatrième étage sur Ariane pour le lancement du satellite d'astronomie Exosat (500/200 000 km) prévu en 1981;

• de *lancer simultanément deux satellites* distincts grâce à une structure spéciale, en fibres de carbone (la plus grande de ce type jamais réalisée en Europe), le *Sylda* (SYstème de Lancement Double Ariane). Une seule fusée pourra alors lancer deux satellites géostationnaires d'une demi-tonne, ce qui abaissera les coûts de mise sur orbite. Le Sylda sera utilisé la première fois en vol en 1981.

Bien que la phase de développement ne soit pas achevée, il convient de songer à l'avenir : en vue d'accroître les possibilités d'Ariane, le CNES a proposé à l'Agence spatiale européenne un programme d'amélioration dont le principe a été adopté par le conseil du 26 juillet 1979 qui a autorisé le démarrage d'une phase préliminaire.


Grâce au Sylda, réalisé par l'Aérospatiale, le lanceur Ariane pourra emporter simultanément deux satellites, mis sur orbite l'un après l'autre (Photo Aérospatiale).

Partant de la version actuelle (Ariane-1), on obtiendrait :

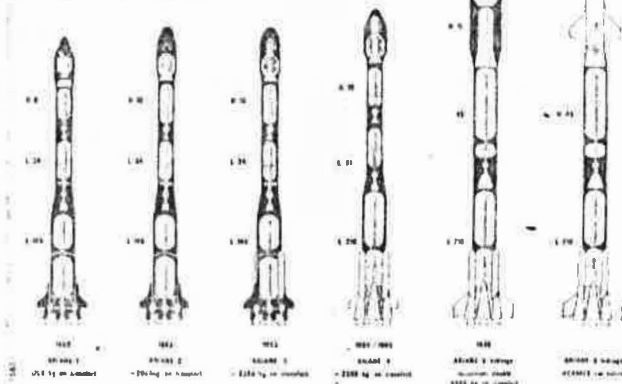
• vers le début de 1983, une version ***Ariane-2*** (2 t en orbite de transfert), amélioration obtenue en augmentant (de 25 %) la masse d'ergols du troisième étage, en accroissant la poussée des premier et deuxième étages, etc., et une version ***Ariane-3*** (2,4 t en orbite de transfert), dérivée de la précédente par adjonction sur le premier étage de deux propulseurs auxiliaires à poudre (7 t d'ergol solide chacun) délivrant une poussée unitaire de 70 t.

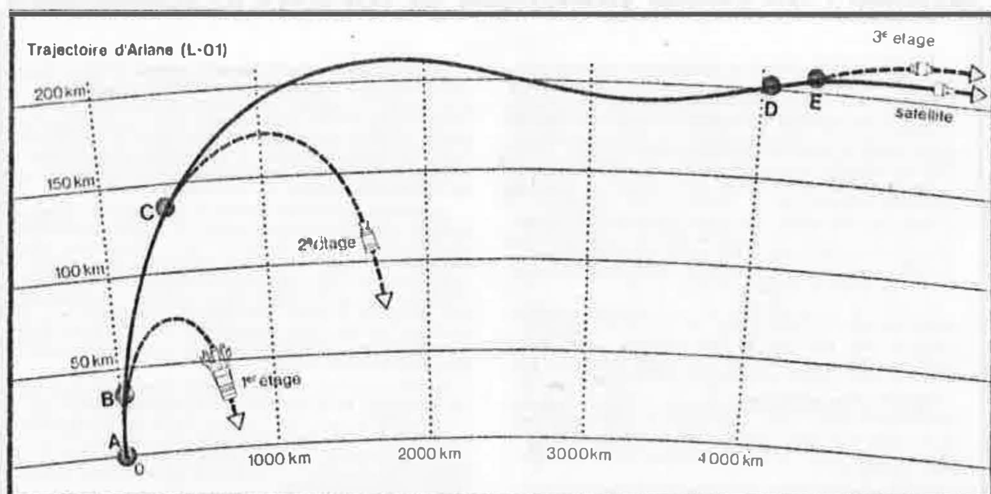
Les deux versions seront disponibles simultanément et le choix de l'une ou l'autre version sera fonction de la masse du satellite à placer sur orbite.

• vers 1985, une version ***Ariane-4*** (3,3 t en orbite de transfert) par adjonction de quatre propulseurs d'appoint au premier étage et en augmentant d'environ 35 % la masse d'ergols liquides du premier étage. Le coût du « kilogramme en orbite » tomberait à 55 % du prix actuel.

• vers 1990, une version ***Ariane-5*** (5,5 t en orbite de transfert) composée du premier étage d'Ariane-4, d'un second étage à propulsion cryotechnique de 45 t d'oxygène et d'hydrogène liquides et du troisième étage d'Ariane-4. Une coiffe d'environ 5 m de diamètre permettrait de loger de gros satellites. Grâce à ce lanceur, le coût du « kilogramme en orbite » serait ramené à 40 % du prix actuel.

Une version biétage d'Ariane-5 (capable de placer plus de 10 t sur orbite basse, à 200 km d'altitude) serait bien adaptée au lancement de stations automatiques (type ***Minos***) ou d'un planeur hypersonique habité (type ***Hermès***), par exemple pour desservir des stations orbitales





Les principales phases du vol d'Ariane le 24 décembre 1979 : décollage (A), séparation du premier étage (B), du deuxième étage (C), injection sur l'orbite de transfert (D) et libération du satellite (E).

Pourquoi ce « fléchissement » en fin de course ? Il correspond à ce qu'on appelle une « optimisation de trajectoire ». En effet, dans la première partie de son vol, le lanceur a fait l'objet de diverses manœuvres qui l'ont amené à une altitude légèrement supérieure à celle strictement nécessaire à la poursuite de sa mission, d'où ce léger mouvement de descente.

Si l'aspect de la première partie de la trajectoire est assez classique, la remontée observée ensuite, par contre, est propre à Ariane : elle est due au fait que l'injection de l'ensemble 3e étage/satellite n'a pas lieu exactement au périgée mais en un autre point — assez proche — de la trajectoire idéale, qui est déterminé, en vol, par le calculateur.

Par ailleurs, l'allure particulière de la trajectoire ne doit pas faire illusion : Ariane pénètre beaucoup moins l'atmosphère qu'il n'y paraît. Pour s'en convaincre, il suffit de reproduire ce schéma en adoptant une unité de longueur identique sur les deux axes : on obtiendra une meilleure image de la réalité avec une trajectoire plus rasante et plus proche du sol.

Calcul de l'accélération d'Ariane

(au début de son vol)

Au prix de quelques approximations, il est possible de déterminer assez simplement les valeurs approchées de l'accélération subie par le lanceur durant son ascension verticale (soit jusqu'à T = 23 s), sachant que sa masse au décollage est d'environ 208,4 t et que sa poussée peut être considérée comme constante (*) au voisinage du sol (environ 2 485 kN).

Pour mener à bien les calculs, on supposera que les moteurs du premier étage consomment, à eux quatre, 1 t d'ergols par seconde et on négligera : la variation de g avec l'altitude, la résistance de l'air et la poussée d'Archimède due à l'atmosphère. On prendra : g = 9,78 m/s².

Exemple de calcul *(au moment du décollage) :*

Poussée : F = 2 485 000 newtons

Poids : P = 208 400 × 9,78 newtons

La force ascensionnelle est donc : F — P = 446 848 N

d'où l'accélération :

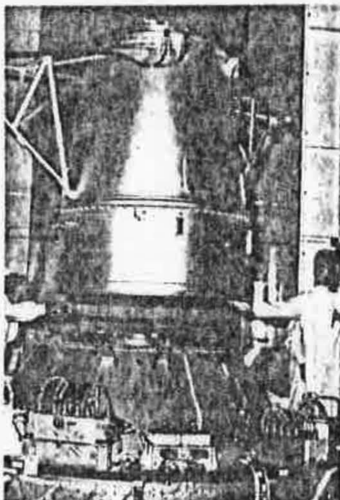
$$\gamma = \frac{446848}{208400} \simeq 2,14 \; m/s^2$$ *(valeur réelle ≃ 2,04)*

Une seconde après le décollage, la masse a diminué d'une tonne et la poussée est identique : l'accélération augmente donc dans un rapport voisin de 1/207 soit environ 0,5 %. Et ainsi de suite...

Les résultats obtenus de cette façon demeurent assez proches des valeurs réelles jusqu'à T = 23 s. Au-delà, après basculement de la fusée, les forces P et F n'ont plus même direction, les approximations faites ne sont plus justifiables et les calculs deviennent plus complexes.

On comparera les valeurs d'accélération obtenues par ce calcul à celles données en page 9.

(*) En réalité la poussée du premier étage croît sans cesse pour atteindre la valeur de 2 775 kN à l'extinction des moteurs.



Jamais l'Europe n'avait réalisé un satellite aussi lourd que celui mis sur orbite par Ariane le 24 décembre dernier : 1 602 kg !

Sur cette photo on procède à la mise en place sur la case à équipements de la [illegible] sur laquelle sera ensuite vissé un test métallique.

Ariane : un choix politique et un pari économique

A partir de 1970, face au développement spectaculaire des applications spatiales, l'Europe prend conscience de l'importance politique et économique de l'astronautique. Il devient très probable que la décennie 1980-1990 verra la mise en place de systèmes spatiaux à des fins commerciales dans le domaine des télécommunications, de la télévision directe, de la météorologie, de l'observation de la Terre, etc. On estime alors que les besoins spatiaux (satellites scientifiques et d'applications) exigeront — durant cette décennie — environ 180 satellites géostationnaires lourds (masse supérieure à 0,5 tonne) dont une vingtaine pour l'Europe. (L'estimation actuelle est d'environ 220 satellites géostationnaires, représentant près de 75 % des satellites d'applications à venir).

Si l'Europe voulait garantir son indépendance dans le domaine spatial et s'accaparer une part du marché international des satellites et des lanceurs, elle devait construire son propre lanceur, d'où la décision du 31 juillet 1973 d'entreprendre le programme Ariane (cf. p. 4).

Signification politique. C'est une évidence : l'espace c'est d'abord les lanceurs. Que faire d'un satellite sans les moyens de le mettre sur orbite ? Bien sûr, on peut acheter des lanceurs... mais l'Union soviétique et la Chine ne vendent pas les leurs.

Quant aux Etats-Unis, au moment où fut décidé le programme Ariane, ils n'acceptaient de placer des satellites étrangers sur orbite avec leurs lanceurs qu'en imposant des conditions restrictives d'utilisation. (C'est ainsi que les satellites franco-allemands Symphonie ne purent servir qu'à des opérations expérimentales, et non commerciales, pour ne pas concurrencer le réseau Intelsat, cf. EI, n° 9 p. 10).

La politique américaine a maintenant évolué vers une attitude beaucoup plus libérale, mais l'existence d'Ariane n'est probablement pas étrangère à cette évolution.

Signification économique. L'exploitation de l'espace devient une activité rentable comme en témoigne le chiffre d'affaires des télécommunications par satellites. D'où le souhait de l'industrie européenne d'y participer. Si l'Europe est capable de produire, à des prix compétitifs, un lanceur lourd, pourquoi ne tenterait-elle pas de le proposer aux pays envisageant d'acquérir des systèmes spatiaux ? Et les espoirs des Européens de vendre Ariane se sont rapidement concrétisés : aujourd'hui, outre les quatre lanceurs expérimentaux utilisés pour la phase de développement, ce sont onze lanceurs qui sont en construction.

A l'heure actuelle, il semble réaliste d'estimer à une cinquantaine le nombre d'exemplaires d'Ariane qui seront utilisés d'ici à 1990, ce qui représente de 20 à 25 % du marché mondial. A raison de 160 millions de francs en moyenne l'exemplaire (cf. l'encadré, p. 17), c'est un marché très important pour les industriels européens.

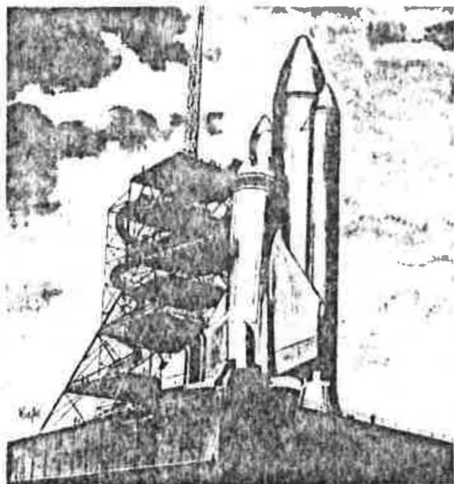
De leur côté, les Etats-Unis disposent de puissants moyens de lancement notamment la série des Titan III (15 t en orbite basse et 1,5 t en « orbite géostationnaire ») essentiellement pour les sondes planétaires, la fusée Atlas-Centaur (assez comparable à Ariane par ses performances, mais un peu plus chère) au point depuis une quinzaine d'années, la série des Delta (possibilités inférieures à celles d'Ariane mais pour lesquelles des améliorations sont envisagées), et enfin la Navette spatiale (Space Shuttle, en Anglais), en cours d'essais.

(*) Pour produire, financer et commercialiser Ariane, une société anonyme de droit privé, Arianespace, a été créée le 26 mars 1980. Elle regroupe des industriels européens, le CNES et quelques banques. Le capital d'Arianespace de 120 millions de francs se répartit entre actionnaires [illegible] Allemagne [illegible] %, Belgique (4,4 %), Danemark (0,7 %), Espagne (2,5 %), France [illegible] % dont 34,2 % [illegible] CNES), Irlande (0,25 %), Italie (3,4 %), Pays-Bas (2,2 %), Royaume-Uni (2,4 %), Suède (2,4 %) et Suisse (2,7 %).

La concurrence entre la Navette spatiale américaine et la fusée européenne est parfois présentée de façon excessive. En fait, il s'agit de deux engins de conception différente. Ariane est une fusée classique alors que la Navette ouvre la voie à une génération de moyens de lancement tout à fait révolutionnaire : un système de planeur (récupérable et réutilisable une centaine de fois) décollant à la verticale et revenant au sol à la manière d'un avion.

La Navette, c'est 2 000 tonnes au décollage et la possibilité de satelliser, en orbite basse, 30 tonnes (contre 4,5 pour Ariane) : il s'agit d'un engin surtout conçu pour l'occupation (et l'exploitation) par l'Homme du proche environnement terrestre (construction de grandes structures orbitales, occupation de stations spatiales,...). Ce projet fait intervenir diverses technologies nouvelles ce qui explique les difficultés rencontrées par les Américains dans la mise au point de la Navette qui pourrait cependant être opérationnelle en 1982.

Dans l'esprit des promoteurs de la Navette, un système de lancement en grande partie récupérable devait permettre de diminuer de façon importante le coût de mise sur orbite des satellites. Ce qui est exact pour les orbites basses, à quelques centaines de kilomètres d'altitude, sur lesquelles la Navette est capable de satelliser directement de très grosses charges.



Pour certains lancements, Ariane sera en concurrence avec la Navette spatiale (ci-dessus).

Dans cette [illegible], on a nettement dissocié les réservoirs (un long cylindre flanqué de deux autres, moins hauts), qui retomberont en mer après utilisation et la [illegible] (l'Orbiter) qui elle, [illegible] mais aura la capacité de revenir au sol par ses propres moyens (Photo USIS)

En revanche, elle ne peut aller elle-même jusqu'à « l'orbite géostationnaire », à 36 000 km d'altitude. Aussi, pour placer des satellites sur cette orbite, il est nécessaire d'embarquer, dans la soute, un lanceur non récupérable chargé d'emporter le satellite depuis l'orbite basse jusqu'à « l'orbite géostationnaire » d'où des coûts supplémentaires importants. En conclusion, pour ce type d'applications, comme d'ailleurs pour les orbites héliosynchrones, Ariane et la Navette américaine présentent une compétitivité tout à fait comparable. ■

(Suite de la page 6)

Question : Comment les moteurs sont-ils mis à feu ?

Réponse : Pour les quatre moteurs du premier étage et celui du deuxième étage, c'est très simple : dès qu'ils sont en contact, les ergols réagissent spontanément.

Par contre, pour l'hydrogène et l'oxygène du troisième étage, il a été prévu un allumeur à poudre déclenché automatiquement pour amorcer la combustion.

Question : La fusée est-elle pilotée ?

Réponse : Au sommet de la fusée, sous le satellite, il existe un calculateur qui garde en mémoire la trajectoire théorique à suivre. Le calculateur est le cerveau électronique de la fusée (cf. encadré, p. 7).

Régulièrement, il est renseigné, grâce à divers instruments de mesure embarqués, sur la position de la fusée, sa vitesse, etc. Et c'est lui qui détermine les manœuvres à accomplir pour suivre la trajectoire correcte, pour atteindre le point d'injection. C'est ce qu'on appelle le guidage.

Les ordres du calculateur sont transmis (sous forme de courants électriques) aux tuyères des moteurs qui sont ainsi orientées en fonction des besoins. C'est ce qu'on appelle le pilotage.

Question : Combien de temps a exigé la construction d'Ariane ?

Réponse : Les premières études sur Ariane ont été commencées vers 1972 et la décision de sa réalisation a été prise à l'été 1973. Comme le premier exemplaire volera avant la fin de 1979, on parvient à un délai supérieur à six ans.

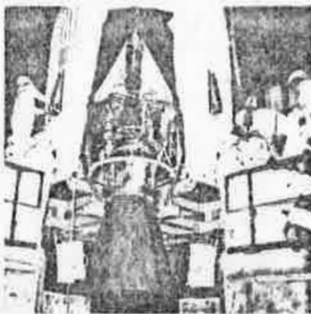
Mais une fois que la fusée est au point et qu'elle donne satisfaction, il est possible d'en construire d'autres à partir des plans de la première : dans ce cas il ne faut plus, en moyenne, que de deux ans et demi à trois ans pour fabriquer un nouvel exemplaire.

Question : On a souvent présenté la Navette américaine comme une concurrente pour Ariane, qu'en est-il exactement ?

Réponse : En fait, elles ne sont pas entièrement comparables. Si Ariane est plus particulièrement conçue pour lancer des satellites géostationnaires de l'ordre de la tonne, la Navette, elle, poursuit des objectifs plus larges. Bien sûr, elle pourra lancer des satellites géostationnaires, comme Ariane, mais elle servira aussi à satelliser de très lourdes charges (plusieurs dizaines de tonnes) à proximité de la Terre : véhicules spatiaux habités, laboratoires orbitaux, etc. (cf. encadré, p. 14).



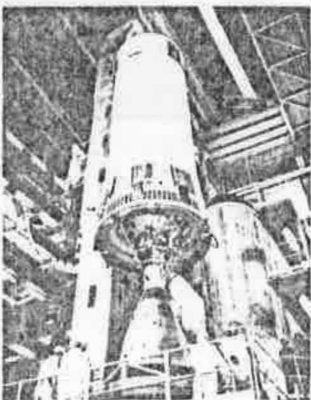
Usinage de l'extrémité d'un réservoir du premier étage d'Ariane (Photo Aérospatiale).



Ci-dessus : mise en place, sur la table de lancement, du premier étage d'Ariane. Au premier plan, un des quatre moteurs Viking 5. Montés sur les pinces hydrauliques, des techniciens contrôlent l'introduction des tourillons (ces pièces dont un exemplaire est entre les mains de l'homme de gauche) à l'intérieur des pinces.

Avant le lancement, les quatre tourillons constituent les seuls points de contact entre Ariane et le sol.

Ci-dessous : vue du deuxième étage (Photo Aérospatiale).



Un peu de mythologie

Ariane, Minos et Hermès sont des noms qui apparaissent au fil des articles traitant de recherche spatiale. C'est dans la mythologie grecque qu'il faut chercher leur origine.

Minos. *Aujourd'hui son nom désigne un projet français d'usine orbitale pour l'élaboration de matériaux en impesanteur (Minos = Modules INdustriels Orbitaux Spécialisés), usine qui pourrait être lancée par la fusée Ariane (cf. encadré, p. 12). Dans la mythologie, c'était un héros crétois, fils de Zeus et d'Europe. La légende a fait de lui l'époux de Pasiphaé et l'un des juges des morts. Des amours de Pasiphaé et d'un taureau naquit le Minotaure, monstre à tête de taureau, que Minos enferma dans le Labyrinthe et auquel il fit donner, en pâture, chaque année, sept garçons et sept filles d'Athènes.*

Ariane. *Son nom a été donné à la fusée européenne. Dans la mythologie, elle était fille de Minos et de Pasiphaé, et donc petite-fille d'Europe. Thésée - roi légendaire d'Athènes - s'étant proposé pour tuer le Minotaure, Ariane lui donna un fil à dérouler dans le Labyrinthe pour en retrouver la sortie. Abandonnée par Thésée dans l'île de Naxos, elle se serait jetée de désespoir dans la mer. D'une façon imagée, le fil d'Ariane désigne ce qui nous guide à travers les difficultés d'un problème (cette expression pourrait bien être à l'origine du choix du nom actuel de la fusée européenne).*

Hermès. *Son nom a été donné au projet français de véhicule habité et réutilisable (sorte de mininavette) qui pourrait être lancé par Ariane-5 dans les années 1990 (cf. encadré, p. 12). Dieu grec, fils de Zeus, il était patron des voyageurs, des messagers, des marchands itinérants et, d'une façon générale, protecteur de l'activité commerciale.*

Mais pour les satellites géostationnaires, qui constituent l'essentiel des applications spatiales à caractère économique, les deux moyens de lancement seront effectivement en compétition.

Question : Quel sera le prix de vente d'Ariane ?

Réponse : Les prix de vente d'Ariane oscilleront entre 150 et 175 millions de francs (cf. encadré, p. 17).

Là encore on peut établir une comparaison avec le coût des avions commerciaux : moins de 100 millions de francs pour un Boeing-707, 727, 737 ; de 100 à 200 millions pour un Boeing-767 ou un Airbus A 300 ; plus de 200 millions de francs pour un Boeing-747 (cargo).

(Suite en page 17)

A quoi servira Ariane ?

On l'a vu (cf. p. 12), Ariane permettra de lancer, selon les missions, des satellites géostationnaires (au minimum = 1,7 t en orbite de transfert), des satellites (au maximum = 2,5 t) sur orbite basse ou héliosynchrone, des sondes planétaires.

Parmi les lancements futurs, une distinction s'impose entre ceux de la phase de développement et ceux de la phase opérationnelle.

Phase de développement

La phase de développement du lanceur Ariane (qui devrait s'achever à la fin de 1980) doit donner lieu à quatre essais en vol. Leur but ? Qualifier le lanceur, c'est-à-dire s'assurer qu'il fonctionne correctement, qu'il présente les performances attendues, etc. Au sol, on ne peut pas tout calculer ni tout simuler. Il faut donc procéder à des vols d'essai, le propre de ces vols étant justement de mettre en évidence les éventuels défauts du lanceur, parfois de façon très spectaculaire, pouvant aller jusqu'à l'échec du lancement.

La qualification officielle sera prononcée si au moins un des trois prochains vols de développement (L-02, L-03 et L-04) donne satisfaction.

Quelles charges utiles ont été choisies pour les quatre premiers lanceurs ?

L-01 : ce premier lancement s'est déroulé, avec succès, le 24 décembre 1979. A son bord, une charge utile de 1 602 kg : un lest de 1 385 kg et une « capsule Ariane technologique » (CAT) de 217 kg pour la mesure des caractéristiques de la trajectoire de la fusée (et de l'orbite atteinte) et des paramètres d'environnement supporté par la charge utile (vibrations, chocs, bruit acoustique, flux thermique, etc.) (cf. p. 11).

Les trois autres vols de qualification verront également le lancement d'une CAT et, en outre, de satellites passagers - à titre gratuit -, l'utilisateur n'ayant qu'à fournir le satellite sans avoir à payer ni la fusée ni les frais de lancement (contrairement au cas des opérations normales).

L-02 : prévu en mai 1980. Ses deux passagers seront, d'une part, **Oscar-9** (75 kg) pour les radio-amateurs, d'autre part, **Firewheel** (1 050 kg), satellite scientifique allemand pour l'étude du champ magnétique terrestre.

L-03 : prévu vers octobre 1980. Ses deux passagers seront, d'une part, **Meteosat-2** (730 kg), satellite géostationnaire météorologique européen, d'autre part, **APPLE** (630 kg), satellite indien de télécommunications.

L-04 : prévu vers décembre 1980. Son unique passager sera **Marecs-1**, ex-Marots (960 kg), satellite géostationnaire européen pour les télécommunications maritimes.

(Les masses des satellites géostationnaires sont données avant la manœuvre d'apogée, c'est-à-dire sur l'orbite de transfert).

Phase opérationnelle

A l'heure actuelle, le calendrier prévisionnel d'utilisations d'Ariane peut s'envisager de la façon suivante (on ne retiendra que les commandes fermes et les options (*), bien que d'autres lancements soient en cours de discussion avec les utilisateurs) :

En 1981

- un lancement double, avec le Sylda (cf. p. 12), de deux satellites géostationnaires européens **Marecs-2**, pour les télécommunications maritimes et **Sirio-2**, pour la diffusion de données météorologiques et la synchronisation d'horloges atomiques par laser (commande ferme);



Représentation artistique du troisième étage d'Ariane lors du lancement simultané de Marecs-2 (en haut) et de Sirio-2, au moyen du Sylda : le premier satellite étant libéré, les deux parties du Sylda sont éjectées puis le second satellite est, à son tour, mis sur orbite (Photo ESTEC).

- le lancement d'un des satellites géostationnaires de télécommunications de la série **Intelsat-5** (commande ferme), deux autres exemplaires ayant fait l'objet d'options;

(*) L'option implique un versement de 100 000 dollars



Représentation artistique de l'éjection de la coiffe d'Ariane lors de la mise sur orbite d'un satellite Intelsat-5 (Photo Aérospatiale).

- le lancement du satellite astronomique européen **Exosat** (cf. EI, n° 14, p. 13) en orbite elliptique polaire (commande ferme)

En 1982

Pour les commandes fermes : les satellites européens **ECS-1** et **ECS-2**, le satellite français **Télécom-1**.

Pour les options : le satellite **Arabsat-1**, de la Ligue arabe et un exemplaire de la série **Intelsat-5**.

Tous ces satellites seront géostationnaires et assureront des missions de télécommunications.

En 1983

Pour les commandes fermes : un second exemplaire du satellite français **Télécom-1**, un exemplaire du satellite préopérationnel franco-allemand de **télévision directe** (cf. p. 18).

Pour les options : un second exemplaire d'**Arabsat-1** et un exemplaire d'un satellite américain de la série **ATT-1** pour les télécommunications.

Tous ces satellites seront géostationnaires.

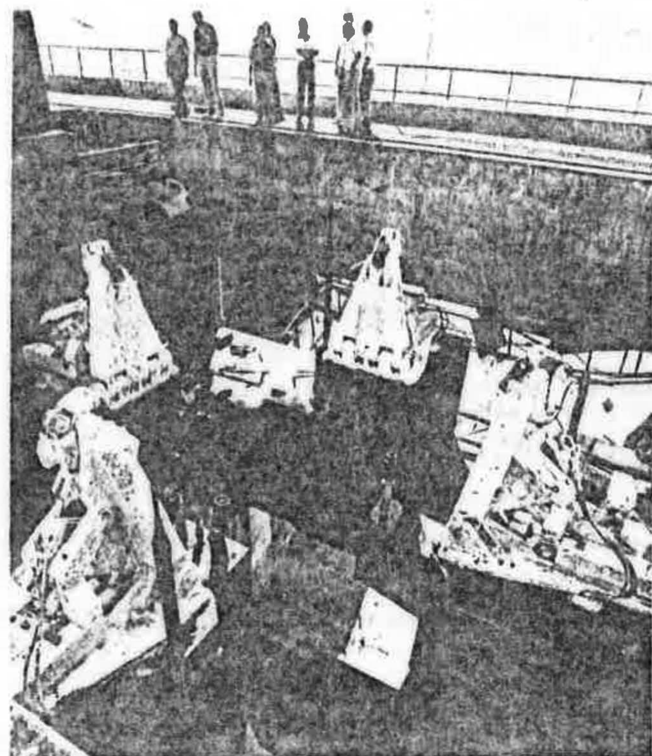
En 1984

Deux commandes fermes : le satellite français **SPOT-1**, pour l'observation de la Terre depuis une orbite héliosynchrone et le second exemplaire du satellite franco-allemand de **télévision directe**. ■

(Suite de la page 15)

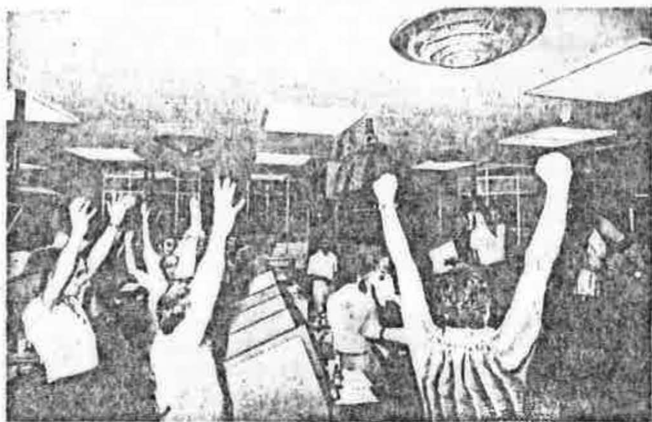
Question : Quelles sont les causes du contretemps de samedi ?

Réponse : Sur la fusée sont disposés des appareils de mesure (capteurs) pour le contrôle du bon fonctionnement de l'ensemble. Or, samedi, dès que les moteurs du premier étage ont commencé à fonctionner, un capteur a fait savoir que la pression, dans un moteur, était trop faible... et tout a été arrêté. Mais après contrôle, il est apparu que tout marchait normalement et que c'est le capteur, lui-même, qui était endommagé et avait transmis une information erronée.



Cette fois, elle est partie ! Et dans la salle de contrôle, c'est l'explosion de joie (ci dessous).

La table de lancement (ci-dessus) est vide : en blanc, les quatre pinces qui supportèrent le lanceur jusqu'à son décollage. Au fond de la fosse, on aperçoit les câbles d'alimentation électrique et pneumatique ainsi que les « tétines » pour le remplissage et la vidange des réservoirs du premier étage (Photos Sygma).



Coût du programme et des lancements

En juillet 1973, le montant du programme Ariane (plus exactement de sa phase de développement, de 1973 à la fin 1980) était estimé à 2,06 milliards de francs (aux conditions économiques du 1er janvier 1973) avec une marge, pour aléas techniques éventuels, de 20 % (soit un total de 2,472 milliards de francs).

Alors que la phase de développement touche à sa fin, les engagements financiers semblent avoir été tenus puisque les dépenses restent — compte tenu des réévaluations de prix aux nouvelles conditions économiques — à l'intérieur de l'enveloppe fixée : *4,292 milliards de francs* (aux conditions économiques du 1er juillet 1976) et que la marge d'aléas autorisés n'a été qu'à moitié entamée.

A quel prix seront facturés les lanceurs Ariane, en phase opérationnelle, à partir de 1981 ?

Le prix du lanceur Ariane-1 (en version actuelle) se situera *entre 150 et 175 millions de francs*, avec possibilité d'un coût moindre pour les lancements doubles.

Les capteurs de pression mis en cause vont être remplacés et rien ne devrait empêcher le premier lancement de se dérouler normalement. Pourtant, avec une fusée, il subsiste toujours un peu d'incertitude : il y a tant de composants... et la moindre défaillance de l'un d'entre eux, même mineur, peut faire échouer le lancement, parfois de façon spectaculaire.

Il ne faut pas juger la qualité d'une fusée sur un seul lancement mais sur plusieurs années. Et, si vous le voulez, on reparlera d'Ariane... dans trois ou quatre ans.

Jean-Pierre Penot

OBSERVATION NOCTURNE DANS LA SARTHE

le 11.12.77

PREAMBULE

L'enquête suivante a été menée par un groupe de jeunes gens sérieux, de bon niveau et peu enclins à la naïveté: la plupart de leurs investigations sur des observations a permis d'identifier l'objet non reconnu par le témoin.

Dans l'affaire ici présentée, aucune solution n'a été trouvée. Nous sommes face à un cas typique de non-identifié (autant par le témoin que par les enquêteurs).

Toutefois, ces derniers sont parfaitement conscients qu'ils n'ont pu obtenir le maximum de données capables de mieux cerner la nature de l'origine de cette vision, pour les principales raisons suivantes :

- l'investigation a été menée dix-huit mois après l'évènement,
- le témoin était dans un état de grande frayeur qui l'a poussé à se sauver, ce qui écourta son observation. Ce ne sont donc que des sensations qu'il rapporte.
- il n'a pas été procédé à une reconstitution dans des conditions identiques (obscurité, etc.) mais de jour.
- on ne peut écarter la présence possible d'une activité relative au chantier autoroutier.

Menée en mai 1979, l'enquête a fait l'objet de nombreux échanges où j'ai pu constater l'esprit ouvert et objectif des investigateurs prêts à tenir compte de toutes les remarques. Ils ne font pas "leur chose" de cette affaire et l'offrent modestement à la critique et à l'usage des chercheurs de toutes tendances. La publication ne signifie pas pour eux l'authentification : un dossier sans solution certaine ne peut être fermé.

Son intérêt est de montrer ce que des enquêteurs peuvent tirer d'une observation courte et ancienne tout en se refusant à lui attribuer une origine précise compte-tenu des insuffisances ci-dessus signalées. Ce faisant, ils respectent l'esprit "SPEPSE" et méritent notre hospitalité.

Souhaitons leur de pouvoir appliquer rapidement sur une affaire plus intéressante (et plus récente) les connaissances qu'ils ont acquises lors de ce coup d'essai.

M. MONNERIE

LE DOSSIER

Observation nocturne à l'Est du Mans (département de la Sarthe) vers 2h. le 11 décembre 1977.

Témoin : Monsieur Thierry DRONNE.

- Enquête effectuée par le Groupe de Recherches Cosmographiques 72000 LE MANS :

1) Résumé de l'observation
2) Transcription de l'enregistrement
3) Rappels des principaux facteurs de l'observation
4) Estimation de la taille du phénomène
5) Conditions météorologiques, renseignements météo Le Mans
6) Remarques relatives au témoin
7) Remarques relatives à l'enquête
8) Annexe photographique

1) RESUME DE L'OBSERVATION

Après avoir rendu visite à une amie du Mans, le témoin circulait à cyclomoteur entre Yvré l'Evèque et Champagné où il réside.

Il aperçut à environ cinq cents mètres, une forme triangulaire dont la couleur était similaire à un feu arrière d'automobile; cet objet se trouvait en station proche du sol ou semblant au sol dans un champ proche d'une ferme.

Continuant dans sa direction, alors qu'il n'était plus qu'à deux cents mètres à peu près de ce phénomène, il s'arrêta pour mieux l'observer, sans stopper le moteur. Il pût alors remarquer que "l'objet" avait une taille supérieure à celle d'une automobile normale.

Son aspect : triangulaire (qu'il compara également à un cône) devait mesurer à sa base entre 10 et 15 mètres; de couleur rouge mais plus accentuée à chacun des angles; il nota également, qu'un brouillard blanc assez limité englobait le phénomène.

Après l'avoir observé pendant une durée de 30 à 40 s, approximativement, et sans avoir perçu aucun bruit ni aucune autre sensation, quelque peu impressionné, il décida de reprendre rapidement le cours de son trajet vers son domicile.

2) TRANSCRIPTION DE L'ENREGISTREMENT

Témoin : "C'était en décembre 1977 - je revenais du Mans à mobylette - il était 2 heures du matin- après Yvré-l'Evêque, j'ai passé l'Huisne sur le pont de pierre, j'allais vers Champagné - il y a un bois - de loin, j'ai vu que c'était une voiture - c'était de couleur rouge, et, - bon, en m'approchant, je me suis aperçu que ce n'était pas une voiture, c'était beaucoup plus gros. C'était la forme d'un cône de très grandes dimensions de couleur rouge - autour de ce truc, ça dégageait comme un brouillard blanc -,alors bon - je me suis approché mais je n'ai pas voulu aller plus près, j'ai eu peur - je suis parti, j'aurais pas été seul, je crois que j'aurais été voir plus près mais......

Enquêteur : A combien vous êtes-vous approché, à peu près ?

Témoin : Je ne sais pas ; 200 mètres peut-être !

Enquêteur : Mais d'abord vous l'avez aperçu d'où ? de plus loin ?

Témoin : J'ai vu ça au minimum de 500 mètres avant d'arriver dessus; bon, c'est une colline, moi, j'étais en bas et c'était plus haut mais avant le sommet de cette colline; c'était posé sur le sol.

.../...

Enquêteur : La mobylette tournait bien ?

Témoin : Oui, et au point de vue bruit, aucun si ce n'est caché par le moteur de la mobylette.

Enquêteur : Vous n'avez pas arrêté le moteur de la mobylette ?

Témoin : Je me suis arrêté, mais je n'ai pas arrêté le moteur.

Enquêteur : Mais, vous avez eu peur ?

Témoin : Oui, c'était d'une taille assez impressionnante, à peu près comme une maison, ça m'a donné cette impression là; je vous dis à la base 10 à 15 mètres.

Enquêteur : Avez-vous ressenti autre chose que la peur ?

Témoin : Non, rien.

Enquêteur : A quoi avez-vous pensé ?

Témoin : Pas à grand chose, je ne sais pas...

Enquêteur : Avez-vous une acuité visuelle correcte ?

Témoin : Oui, oui, je ne crois pas que ça soit mon imagination. Bon, par exemple, ce qui m'a étonné, un feu arrière de voiture... autour ça éclaire rouge. Bon, là, l'objet était rouge et autour il y avait une lumière blanche.

Enquêteur : Comme une lumière arrière de voiture ?

Témoin : Oui, mais c'était pas uniforme; bon, la forme du cône était plus brillante à chaque coin.

Enquêteur : C'est-à-dire aux angles ?

Témoin : Oui c'est ça, moins intense vers le centre et autour une lumière blanche.

Enquêteur : Est-ce-que cette luminosité permettait d'éclairer le paysage aux alentours ?

Témoin : Non, non c'était très limité, un genre de brouillard.

Enquêteur : C'est-à-dire limité, mais par rapport au cône: une mince épaisseur ?

Témoin : Je ne sais pas 2 mètres autour, peut-être....

.../...

Enquêteur : Ce brouillard englobait ce cône avec la même forme ?

Témoin : Oui, c'est ça.

Enquêteur : Quel temps faisait-il ?

Témoin : Je me souviens plus très bien et puis mon regard était surtout fixé sur l'objet au sol. Je crois qu'il ne pleuvait pas, mais il faisait sombre, pas d'étoile visible, dans le ciel.

Enquêteur : Etes-vous retourné sur les lieux ?

Témoin : Oui, le lendemain, j'étais intrigué et je voulais savoir s'il y avait des traces comme celles dont on entend parler dans ces cas-là, mais il n'y avait rien, même pas de matériel agricole ou autre ...

3) RAPPELS DES PRINCIPAUX FACTEURS DE L'OBSERVATION

- Date 11/12/77.
- 2 heures/2 heures 30 légales (soit 1h.30 T.U.).
- Direction : Azimut magnétique : 5°.
- Couleur rouge (voir couleur dans le schéma 1/100, ainsi que croquis établi par le témoin).
- Durée de l'observation :

  Phase 1 à phase 2 : environ 10 secondes.

  Phase 2 : 20 à 30 secondes.
- Altitude : proximité du sol ou au sol.
- Distance : environ 400 mètres pour la phase 1 et 200 pour la phase 2.
- Dimensions : voir étude.
- Météo : (voir rubrique).

.../...

4) ESTIMATION DE LA TAILLE DU PHENOMENE

A) Données relevées lors de la première audition le 05.05.79

- Distance objet-témoin (relevée à la corde à nœuds) D = 189 m.

- Hauteur estimée H = 6 m.

- Longueur de la base (estimée par le témoin) L = 10 m à 15 m.

- Diamètre apparent : du point où le témoin dit se trouver, il estime l'objet comme mesurant 6,5 cm à bout de bras (64 cm mesurés).

A partir de ces données, on obtient alors :

$L = 189 \text{ m} \times \frac{6,5 \text{ cm}}{64 \text{ cm}}$, soit environ 19 mètres.

B) Données relevées le 12.05.79

Simulation des différentes caractéristiques mesurables du phénomène, à l'aide d'enquêteurs placés sur le lieu de l'observation :

- Distance objet-témoin (relevée au décamètre d'arpenteur) D = 197 m.

- Longueur estimée (par simulation de la position de l'objet) L = 11, 8 m.

- Hauteur apparente (à bout de bras) H = 2, 2 cm.

- Hauteur calculée

$H = 197 \text{ m} \times \frac{2,2 \text{ cm}}{64 \text{ cm}}$, soit environ 6,77 m.

- a = 5,10
- b =

voir dessin.

5) CONDITIONS METEROLOGIQUES : RENSEIGNEMENTS METEO LE MANS

Du 10/12/77 à 22 heures au 11/12/77 à 1 heure et 7 heures :

Temps général couvert et pluvieux, pluie.
(relevée 6 à 8 mm à 7 h. le 11/12/77).

Pression : 1006,3 mb-22 h et après 1 heure.

Température : 11° maxi.

Vent : 4 à 6 m/s , direction sud-est.

Visibilité = 3 km nocturne.

Nébulosité = 8/8.

(Conditions astronomiques : le phénomène se trouvant à proximité du sol d'après les déclarations du témoin, nous ne jugeons pas utile de faire une étude astronomique approfondie).

6) REMARQUES RELATIVES AU TEMOIN

Nom : DRONNE

Prénom : Thierry

Date de naissance : 23.09.59

Lieu de naissance : Champagné (Sarthe)

Situation actuelle: Etudiant en électro-radiologie à Tours.

Diplômes et niveau d'études: Bac D et 3ème année électro-radiologie

Situation de famille : Célibataire.

Observations :

a) Santé physique et psychique :

- Acuité visuelle normale 10/10 à chaque œil.
- Légère difficulté de prononciation.
- Aucune maladie importante à ce jour.
- Intervention chirurgicale à l'âge de 10 mois pour extraction d'une aiguille.
- Pas de consultation pour troubles nerveux ou psychologiques.

b) Loisirs :

Pas de passion particulière; consacre beaucoup de temps à ses études ; sorties et distractions avec amis de son âge.

7) <u>REMARQUES RELATIVES A L'ENQUETE</u>

a) <u>Antérieures à l'observation</u> :

Le témoin était dans une condition physique normale, sans fatigue apparente. Il n'avait absorbé aucun alcool, ni médicament avant son observation.

b) <u>Postérieures à l'observation</u> :

- Le témoin effrayé par son observation emprunta une autre route pour gagner son domicile afin de passer au large de l'objet.

- Etat de nervosité intense ; il a d'ailleurs réveillé toute sa famille pour leur faire part de sa curieuse observation. D'après les déclarations de son père : "il était très excité; il a vu quelque chose sûrement de bizarre, puisque d'habitude il serait plutôt d'un tempérament calme". Notons encore - insomnie pendant la nuit de l'observation.

- Quelques temps après, il fit à plusieurs reprises des cauchemars où de nombreux petits objets similaires à la forme qu'il avait vue se dirigeaient vers lui avec rapidité.

c) <u>Autres recherches</u>:

Nous avons rendu visite à toutes les personnes qui, éventuellement, auraient pû, étant donné leur proximité des lieux, observer ce phénomène.

Monsieur RACINE, fermier et propriétaire du champ, n'a rien remarqué d'anormal dans son champ, par la suite (au moment de l'observation, il dormait).

Les autres personnes n'ont rien vu...

d) <u>Le site de l'observation</u> (photos en annexe)

L'autoroute était en construction (voir photo, bord gauche ainsi que plan) et les divers poteaux et panneaux n'existaient pas à cette époque.

e) Les photos 24 x 36 ont été prises par le témoin, centrées sur l'emplacement supposé du phénomène.

f) Les calques ont été également réalisés par le témoin; notons qu'il a été quelque peu gêné par la présence des poteaux et divers panneaux n'existant pas à l'époque de l'observation.

g) Les croquis reproduisant l'objet n'ont pû être effectués avec des couleurs correctes.

<u>Avis des enquêteurs</u> :

Malgré qu'il soit toujours difficile d'estimer la fiabilité des témoins, (cette complexité étant accrue quand le témoin est unique), nous pensons, néanmoins, que Monsieur Thierry DRONNE semble être un individu "psychologiquement" normal, ayant une attitude calme et réfléchie. Il nous paraît hors de questions qu'il ait pû imaginer gratuitement son observation.

Nous avons rendu visite à plusieurs reprises à ce témoin pour complément d'information ou diverses simulations sur le terrain; il s'est toujours montré patient et conciliant lors de notre enquête, se contentant de répondre à nos questions et d'effectuer diverses mesures pour l'estimation de la taille du phénomène.

Il n'est apparu aucune contradiction dans ses déclarations.

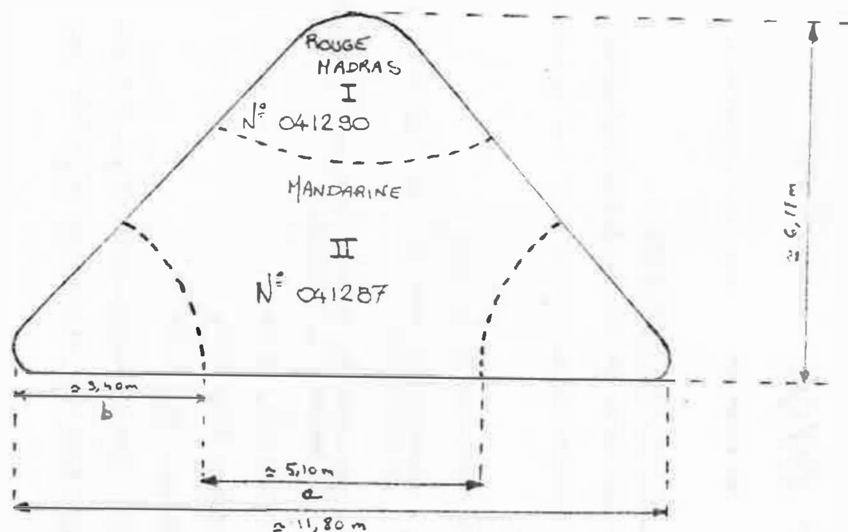
A propos de l'étude faite sur l'estimation de la taille du phénomène et compte tenu des autres données et déclarations du témoin, nous pouvons admettre l'apparence d'un volume.

<u>Participants à l'enquête</u> :

Monsieur BELLIER Dominique
Monsieur CUBEAU Patrice
Monsieur LAFFORGUE Michel
Monsieur LUX Pierre
Monsieur SCHMID Jean-Claude

.ECHELLE 1/100.

SCHEMA RELATIF ESTIMATION TAILLE PHENOMEME
DONNEES DU B.



Couleur I Reference Catalogue "Valentine" brillant 1978 } CHOIX DU TEMOIN.
" II " " "

Extrait du P.O.S. d'YVRE-L'EVEQUE établi
en Novembre 1978
Zone périphérique 2 bis 2

Légende: ///////   zone boisée

▬ ▬ ▬ ▬   voie de dégagement

Lieu de la position de l'objet:

- parcelle n° I25 du relevé cadastral

- propriétaire: M. RACINE, Les Rochers, Yvré l'Evéque.

Données:

O = position de l'objet

T_1 = position du témoin lorsqu'il vit l'objet pour la première fois

T_2 = position du témoin lorsqu'il fit halte aprés le pont enjambant la bretelle

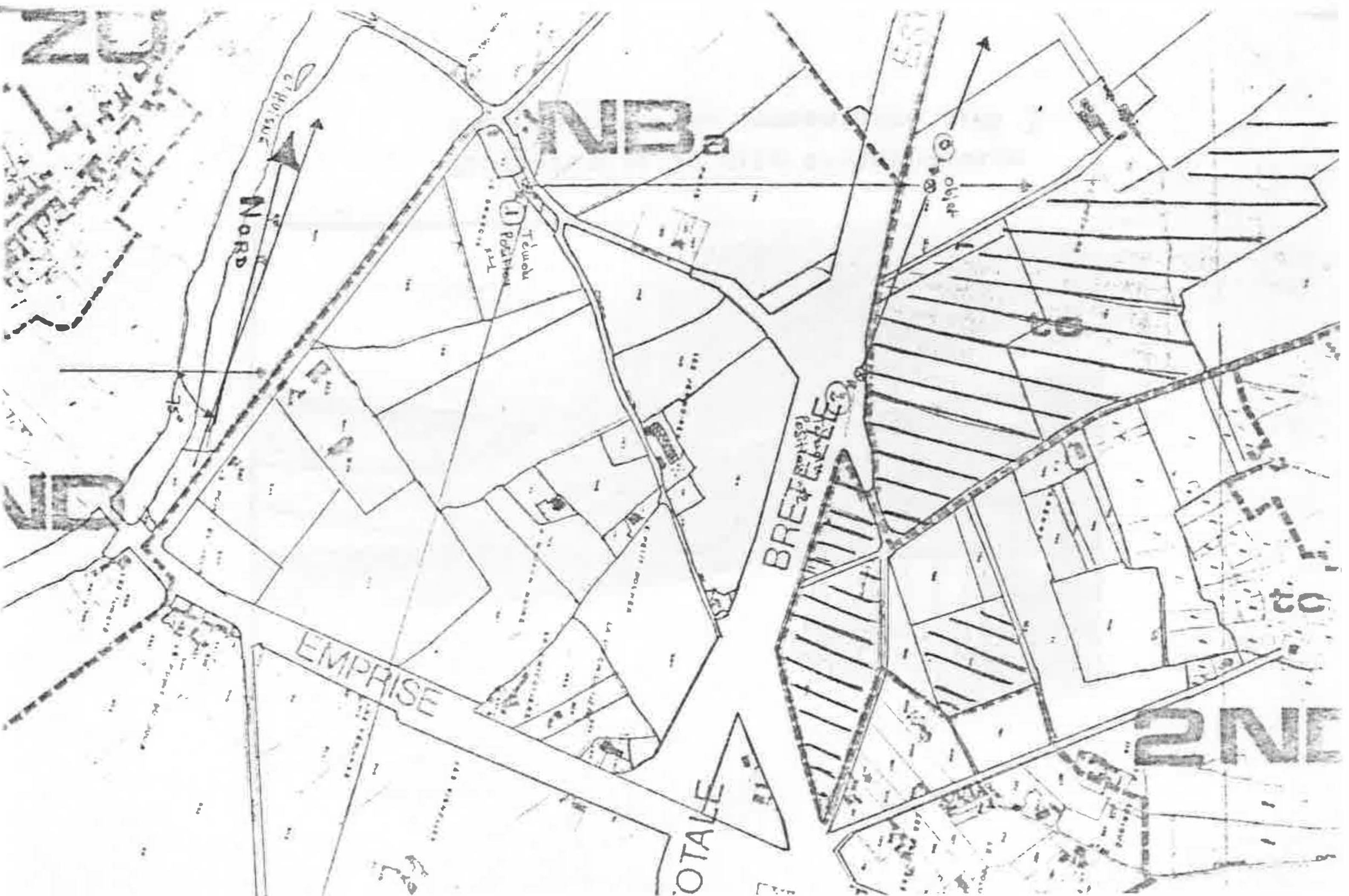
distance OT_1 =435m

distance OT_2 =I97m

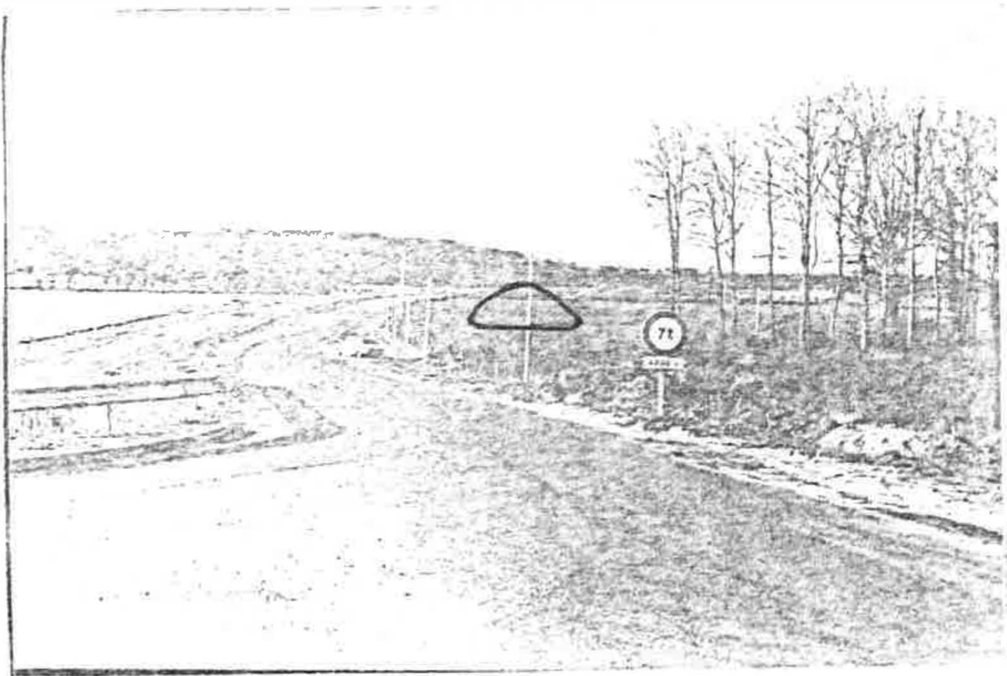
distance T_1T_2 =420m

angle Nord Géo./direction OT_1 = 75° Est

angle Nord Géo./direction OT_2 = 5° Est



NORD
NBa
EMPRISE TOTALE
BRETELLE
to
2ND
objet



Photographie du site d'observation
(se reporter au commentaire p.26)

BULLETINS ou REVUES

Nous recevons périodiquement en service de presse :

- AESV, bulletin de l'Association d'Etude sur les Soucoupes Volantes - 40 rue Mignet - 13100 - AIX-EN-PROVENCE.
- APPROCHE, revue trimestrielle, éditée par la Société Varoise d'Etude des Phénomènes Spatiaux - BP 633 - 83053 - TOULON Cedex.
- LES CHRONIQUES DE LA CLEU, publication de la Commission Luxembourgeoise d'Etudes Ufologiques - B.P. n° 9 - BELVAUX (Grand Duché de Luxembourg).
- COSMOS MAGAZINE, revue mensuelle - rue de l'Intendant 164/6 BP 1020 - BRUXELLES (Belgique).
- CERPI, revue Charentaise bimestrielle sur les phénomènes inexpliqués publiée par le Centre d'Etudes et de Recherches des Phénomènes Inexpliqués - 51 rue St Pallais - 17100 - SAINTES.
- ESPACE INFORMATIONS, bulletin trimestriel du Centre National d'Etudes Spatiales - Département Publication - 18 avenue E. Belin - 31055 - TOULOUSE Cedex.
- LES EXTRA-TERRESTRES, revue trimestrielle éditée par le Groupe d'Etudes des Objets Spatiaux - Saint-Denis-les-Rebais 77510 - REBAIS.
- ENIGME, bulletin de la Société Lausannoise d'Etude des Phénomènes Spatiaux - case postale 3055 - CH 1005 - LAUSANNE (Suisse).
- FACETTES, mensuel des curieux et chercheurs, BP 15 95220 - HERBLAY.
- G.U.B. Bulletin, organe du Groupement Ufologique Bullois - La Casa - 1635 - LA TOUR DE BREME (SUISSE).
- GEPO INFORMATIONS, trimestriel d'information du Groupe d'Etude du Phénomène OVNI - 42470 - SAINT-SYMPHORIEN-DE-LAY.
- INFO-OVNI, publication du groupe 03100 - M.J.C. BP 401 03107 - MONTLUCON Cedex.
- INFORESPACE, organe d'expression de la Société Belge d'Etude des Phénoménes Spatiaux- 74 avenue Paul Janson- 1070- BRUXELLES
- L'INSOLITE, bulletin semestriel des AMATEURS D'INSOLITE - BP 186 - 71007 - MACON Cedex.
- KRUPTOS, revue trimestrielle éditée par la Société pour l'Etude et l'Investigation des Phénomènes Parallèles - BP 114 - 69643 - CALUIRE Cedex.
- LUMIERES DANS LA NUIT, revue mensuelle éditée par le Groupement International de Recherches Lumières dans la Nuit - 43400 - LE CHAMBON-SUR-LIGNON.

- NEANT +, revue trimestrielle du Cercle Lyonnais Lumiéres dans la Nuit- 11 bis rue Charles Richard- 69003- LYON

- NOSTRA MAGAZINE, hebdomadaire de l'actualité mystérieuse, 29 rue Galilée - 75782 - PARIS.

- OVNI 43, bulletin bimestriel édité par le Groupement Langeadois de Recherches Ufologiques - Gilbert PEYRET - Bleu Polignac - 43000 - LE PUY.

- OVNI INFO 34, bulletin bimestriel édité par le groupe PALMOS 1 rue Parlier - 34000 - MONTPELLIER.

- LE PHENOMENE OVNI, revue trimestrielle éditée par le Comité Savoyard d'Etudes et de Recherches Ufologiques - 266, quai Charles Ravet - 73000 - CHAMBERY.

- REALITE OU FICTION, bulletin édité par le Groupe Privé Ufologique Nancéien - 15 rue Guilbert de Pixérécourt - 54000 - NANCY.

- RECHERCHES UFOLOGIQUES, bulletin trimestriel édité par le Groupement Nordiste d'Etudes des OVNI - route de Béthune - 62136 - LESTREM.

- UFOLOGIA, revue bimestrielle éditée par le Cercle Français de Recherches Ufologiques - BP n° 1 - 57601 - FORBACH Cedex.

- UFO BULLETIN, bulletin trimestriel d'information Ufologique de la Section Locale d'Ufologie de Buis les Baronnies - Charlotte FIEVEE, le Pont Neuf - 26170 - BUIS-LES-BARONNIES.

- UFO-QUEBEC, magazine bimestriel d'information et de recherches sur les O.V.N.I.- B.P. 53- DOLLARD DES ORMEAUX- QUEBEC- CANADA H9G 2H5

- [illegible] UFOLOGIE, bulletin trimestriel édité par le Groupement de Recherche et d'Etude du Phénomène OVNI - J.P. TROADEC - 45 rue du Bon Pasteur - 69001 - LYON.

-:-:-:-:-:-

BIBLIOTHEQUE SPEPSE

Etat de la bibliothèque à la date du : 1er août 1980

Les livres marqués d'un (*) sont assortis de conditions spéciales pour les prêts.

TITRE	EDITION ou COLLECTION	AUTEUR
ASTRONOMIE :		
- L'astronomie populaire (*)	Flammarion	Camille Flammarion
- Les gouffres du Cosmos	Livre de poche	P. Kohler
- Voir l'univers	Payot	M. Rohr
COSMOLOGIE :		
- Nos ancêtres venus du Cosmos	Robert Laffont	M. Chatelain
- Cent milliards de mondes habités ?	Dargaud	David C. Holmès
- Les Géants venus du ciel	J'ai lu	B. Le Poer Trench
SCIENCES-DIVERS :		
- L'esprit cet inconnu	Albin Michel	J.E. Charon
- Le nombre d'or	Que sais-je ?	M. Cleyet-Michaud
- La magnétohydrodynamique		Claude Thiniot
- Le second principe de la science du temps	Seuil	Costa de Beauregard
SCIENCES-CONNEXES :		
- Les pouvoirs secrets de l'homme	J'ai lu	Robert Tocquet
- L'occultisme	Marabout U	Julien Tondriau
- A la recherche de Bridey Murphy	J'ai lu	M. Bernstein
- L'hypnose aux frontières du paranormal	Ed. du Rocher	J.P. Chambrand
- Les miracles	N° spécial Historia	
UFOLOGIE :		
- Le procès des soucoupes volantes	Ed. Québec	Claude Mac Duff
- Le nouveau défi des OVNIS	France Empire	JC. Bourret
- La nouvelle vague des soucoupes volantes	France Empire	JC. Bourret
- Les soucoupes volantes ont attéri	J'ai lu	Leslie et Adamski
- Le mythe de l'Antéchrist	A. Michel	Mades
- J'ai été le cobaye des E.T.	Ed. Promazur	J. Miguières
- La grande peur Martienne	N E R	G. Barthel et J.Brucker
- Le noeud gardien	Fr. Empire	Th. Pinvidic
- Le naufrage des E.T.	N E R	M. Monnerie
- The reports on Unidentified flyings objects (Anglais)	Ed. Américaine	Ed. J. Ruppelt
- A la recherche des OVNI	Marabout	J.Scornaux et C. Piens
- Les OVNI en URSS	Robert Laffont	Ion HOBANA
- Les soucoupes volantes	France Loisirs	Jacques Pottier
- Présence des Extra-terrestres	Robert Laffont	Von Däniken
- Les dossiers des OVNI	Robert Laffont	Henry Durrant
DIVERS :		
- Fantastique île de Pâques	Robert Laffont	F. Mazières
- Le livre des maîtres du Monde	Robert Laffont	R. Charroux
- Le livre d'Enoch	Robert Laffont	F. Mazières
- Le livre du mystère	France Loisirs	J. Bergier - Georges M. Callet
- Le livre de l'inexplicable	France Loisirs	J. Bergier - et le groupe INFO


DISQUE
33 △□○□
ETAT : BON
MIAM
CRUNCH
CRUNCH
CRUNCH
HUM
CRII
CRII

...r.S.E.

La SPEPSE ou Société Parisienne d'Etude des Phénoménes Spatiaux et Etranges est un organisme de recherche amateur sans but lucratif, apolitique et non confessionnel, déclaré conformément à la loi du Ier Juillet I90I et au décret du I6 Août I90I.

SES ASPIRATIONS

-Développer et enrichir les facultés intellectuelles de chacun par l'étude et la pratique des sciences expérimentales et appliquées, plus particuliérement axées sur l'espace.
-Etudier la manifestation des phénoménes spatiaux et étranges, et prouver la réalité ou l'inexistence de tels évènements.

SIEGE SOCIAL

SPEPSE- Domaine de Montval- 6, allée Sisley- 78I60- MARLY LE ROI.
Tél:958.98.09 aprés 20h.

BUREAU

Président : G. RICHARD
Secrétaire : R. BONNAVENTURE
Trésorier : L. DEMEILLIERS
Vice-Président : J.P. FRAMBOURG
Adjoint : R. KIELWASSER
Adjoint : F. NASSIB

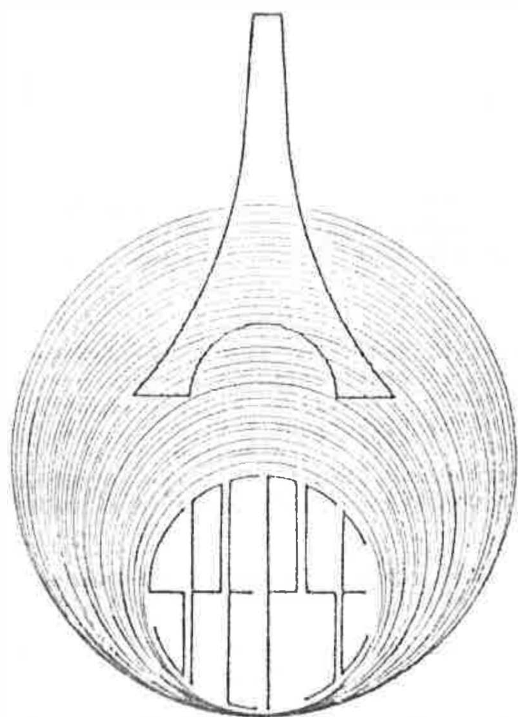
ACTIVITES

Analyse des connaissances actuelles en matiére de science contemporaine, élaboration et réalisation de projets de recherche, réunions de réflexion, exposés, débats, veillées d'observation du ciel, fonds documentaire, bibliothéque, publication d'un bulletin, etc.......
La recherche étant le fait d'une équipe, il a été créé deux groupes de travail ou sections d'études en liaison constante et, en relation directe avec des consultants techniques ou associations poursuivant les mêmes buts.

Section UFO: s'adresser à R. BONNAVENTURE-Domaine de Montval- 78I60-MARLY LE ROI-

Section ASTRO: s'adresser à J. LE BRAZ-I20 boulevard de Clichy- 750I8-PARIS-

P.S. Tout renseignement sur demande écrite. Joindre obligatoirement un timbre pour la réponse.


SPEPSE